

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Оборудование и технология сварочного производства

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: «Технология сборки и сварки корпуса насоса»

Студент

Д.П. Записных

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Б.Н. Перевезенцев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.М. Бажутина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Ельцов

(учёная степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

«_____» _____ 20__ г.

Тольятти 2018г.

Аннотация

Бакалаврская работа проведена мною, чтобы разобраться в структуре корпуса насоса и улучшение методики его разработки. Целью выпускной работы является снижение себестоимости корпуса насоса за счет повышения степени механизации сварочных работ.

Задачами выпускной работы являются: выбор и проектирование оборудования и оснастки для автоматической и механизированной сварки в смеси CO_2 и аргона; разработка новой технологии для автоматической и механизированной сварки в смеси CO_2 и аргона.

Работа включает в себя пять основных этапов: анализ исходных данных и известных решений; технология изготовления корпуса насоса; выбор и разработка оборудования для изготовления корпуса насоса; безопасность и экологичность; экономическая эффективность проекта.

Ключевые слова: корпус насоса; сварка; углеродистая сталь; раскисление; электрод; экономичность; свариваемый шов; трудоемкость; эффективность работы; дефектоскоп; экологическая безопасность

Abstract

The thesis was carried out for the purpose of analyzing the pump casing and the method of its improvement. The purpose of the final work is to reduce the cost of the pump casing by increasing the degree of mechanization of welding operations.

The tasks of the final work are: selection and design of equipment and accessories for automatic and mechanized welding in a mixture of CO₂ and argon; the development of a new technology for automatic and mechanized welding in a mixture of CO₂ and argon.

The work includes five main stages: analysis of the initial data and known solutions; technology of manufacturing the pump casing; selection and development of equipment for the manufacture of the pump casing; safety and environmental friendliness; economic efficiency of the project.

Key words: pump casing; welding; carbon steel; deoxidation; electrode; economy; welded seam; labor intensity; efficiency; flaw detector; environmental Safety

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ	7
1.1 Описание изделия	7
1.2 Анализ свойств материала корпуса	10
1.3 Особенности сварки конструкционной углеродистой стали обыкновенного качества Ст3	11
1.4 Базовая технология сварки корпуса насоса	15
1.5 Анализ известных и возможных способов сварки корпуса насоса.	16
1.5.1 Ручная дуговая сварка	18
1.5.2 Полуавтоматическая сварка	19
1.5.3. Газовая сварка	20
1.5.4 Сварки с использованием аргона	23
2. Технология изготовления корпуса насоса	24
2.1 Требования к технологии изделия	24
2.1.1 Выбор проката	27
2.1.2 Кромки	27
2.2 Выбор материала и непосредственно сварка	28
2.3 Обмерка и резка	29
2.4 Обработка кромок	29
2.5 Контроль размеров	29
2.6 Прокатка	30
2.7 Сборка пластин	30
2.8 Сварка деталей КН	31
2.9 Шлифовка	32
2.10 Контроль качества	33
3. ВЫБОР И РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА НАСОСА	34
3.1 Выбор гидравлической гильотины для рубки.	34

3.2 Выбор кромкострогального станка	36
3.3 Листогибочная машина Sahinler 3R-HS 20-210	39
3.4 Роликовый вращатель NHTR-1000	41
3.5 Сварочная колонна ESAB CaB	42
3.6 Выбор сварочного полуавтомата	45
3.7 Шлифовальная машина Makita 9069	49
3.8 Выбор ультразвукового дефектоскопа	50
4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ	53
4.1 Описание производственного цеха	53
4.2 Вредные факторы производства	53
4.3 Организационные технические мероприятия по созданию безопасных условий труда и защите от производственных факторов.	54
4.4 Обеспечение электробезопасности на производственном участке	55
4.5 Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятие по экологической безопасности	57
4.6 Безопасность объекта при чрезвычайных и аварийных ситуациях	60
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
Список используемых источников	79

Введение

В данное современное время люди готовы платить за хорошо проделанную работу частных организаций с высококвалифицированными сварщиками, но данный труд более не востребован когда речь идет о поточном промышленном производстве, особенно когда выполняется сборка оборудования с рабочими параметрами, которые во время неправильной работы могут нанести урон для человека.

В следствии этого целью данной бакалаврской работы стала модернизация процесса сборки с использованием механизированной поточной сварки.

Однако это не уберет полностью ручной труд, а именно использующуюся на данном предприятии ручную дуговую сварку, а лишь минимизирует сложность выполнения сварки и сократит расходы с учетом окупаемости проекта на один из процессов автоматизации сборки продукта.

Для достижения цели необходимо выполнить несколько задач, а именно произвести анализ продукта, то есть разобрать конструкцию для последующей модернизации, следующая задача это подбор оборудования или же теоретический обзор подходящих характеристик, далее экономическое - логическое завершение проекта, подсчет рентабельности базового варианта с использованием ручного труда и электродуговой сварки, и проектного с использованием механизированной системы получения листовых заготовок для получения материала корпус продукта и последующей механизированной сварки с использованием полуавтомата.

Благодаря точно построенному плану бакалаврской работы станет ясно, что актуальность темы механизации производства, очень необходимая вещь в наше время.

1. Анализ исходных данных и известных решений

1.1 Описание изделия

Корпус камерного насос это то с чего начнем 1 главу, иными словами мы рассмотрим корпус насоса и его составляющие.

В дальнейшем будем применять сокращение КН (корпус насоса).

На чертеже 1.1 видно, что корпус КН состоит из цилиндрической формы стали СТЗ, с использованием боковой крепежной системы и выходов и входов (клапанов) на верхней стороне закругленного корпуса.

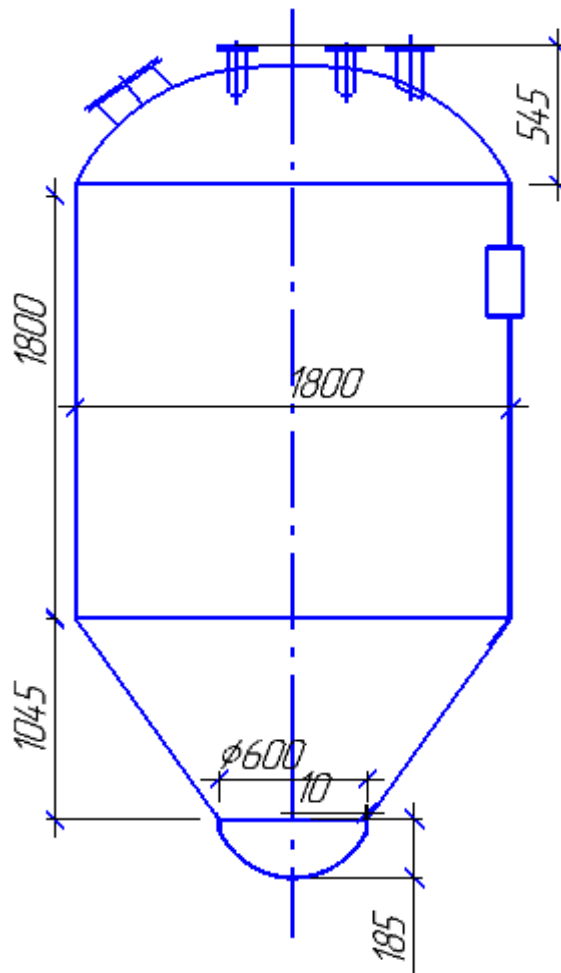


Рисунок 1.1 – Чертеж КН

На последующих рисунках 1.2 и 1.3 изготавливались дно и верх посредством штампования, а также при помощи прессования готовых заготовок для насоса по форме изготовления детали.

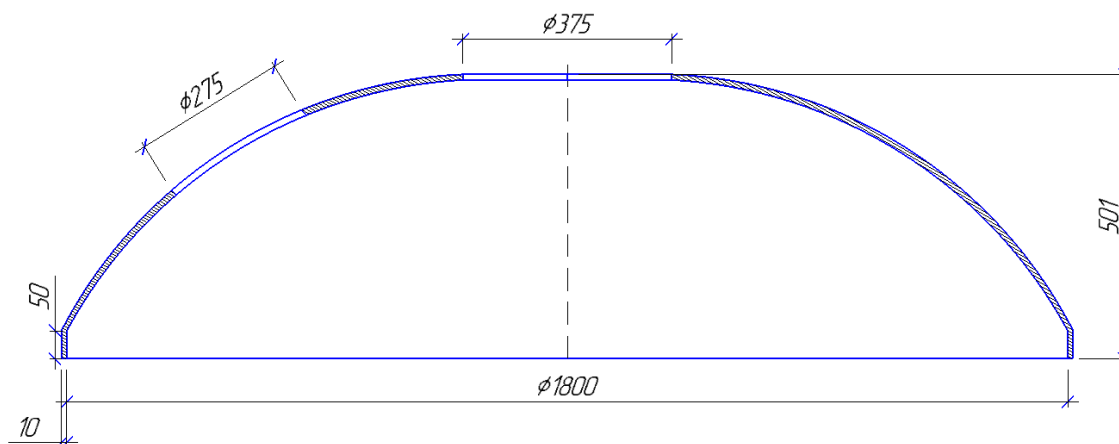


Рисунок 1.2 – Форма верха КН

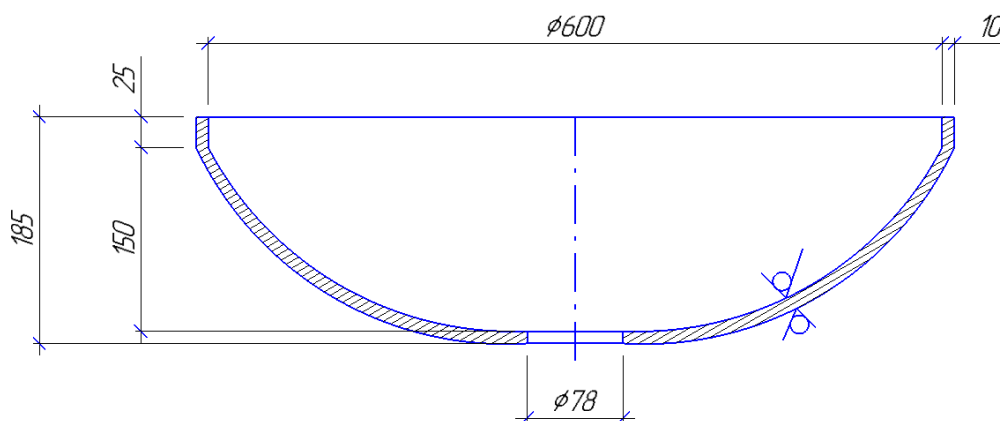


Рисунок 1.3 – Форма низа КН

В разработке наш КН состоит из крупнолистового свернутого в трубу изделия (обечайка). На рисунке 1.4 можно наблюдать прямоугольный вириз листовой с технологическим отверстием, так же на рисунке 1.5 эскиз так называемого дна конуса и на рисунке 1.6 заключительным в конструкции является запирающий фланец.

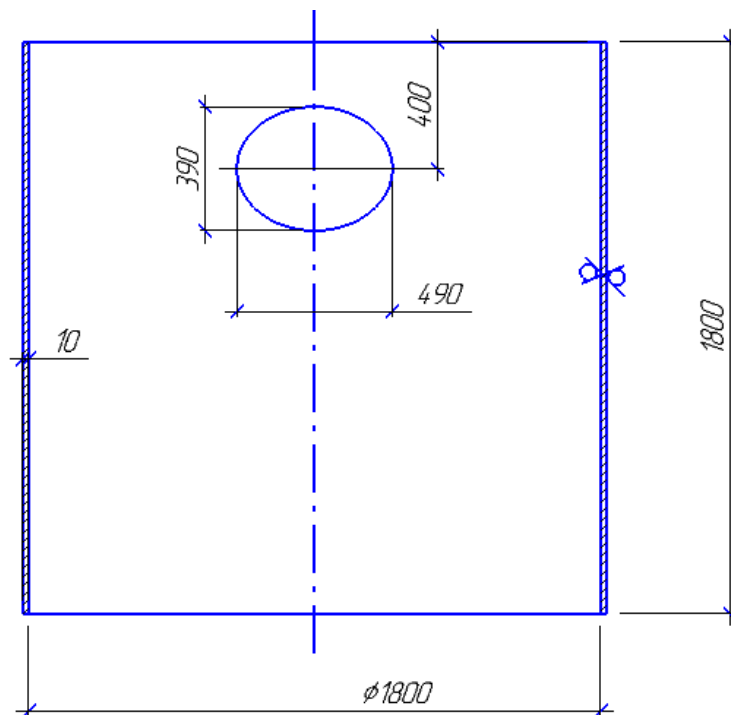


Рисунок 1.4 – Вид изделия (обечайка)

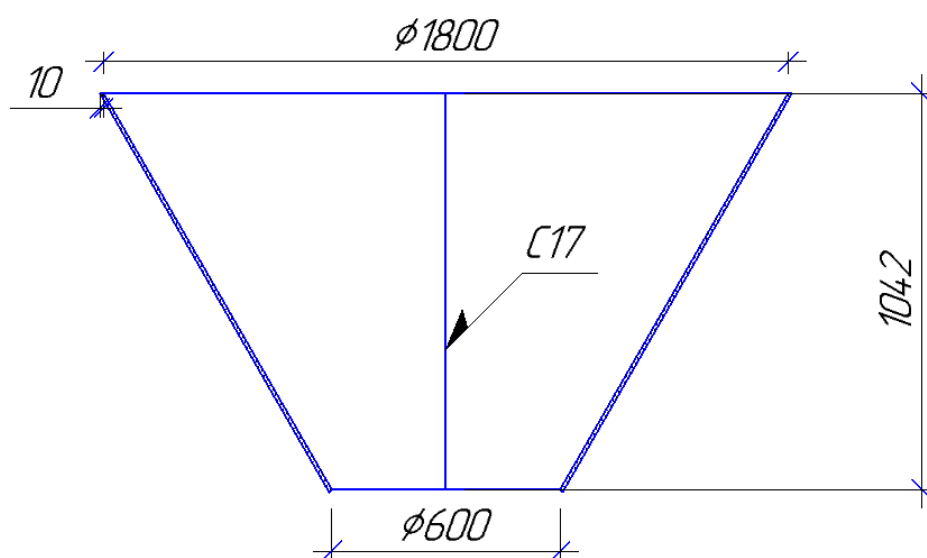


Рисунок 1.5 – Вид изделия (конус)

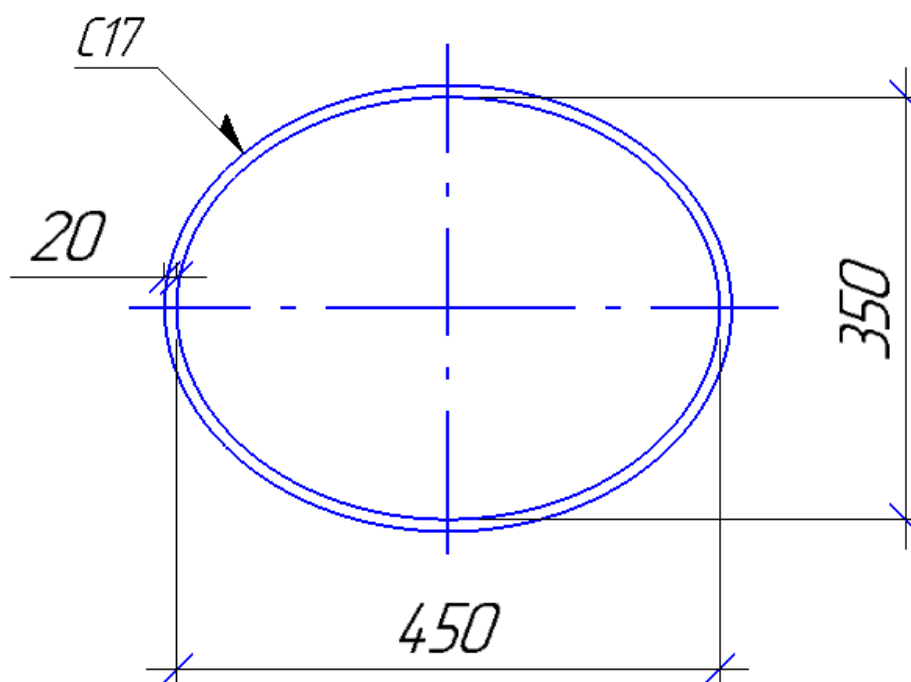


Рисунок 1.6 – Вид изделия (фланец)

1.2 Анализ свойств материала корпуса

Как оговаривалось выше, изготавливаемый нами корпус насос произведен из листов стали марки Ст3 по нормативам приводиться в документе ГОСТ 380-2005 [2].

Необходимые свойства стали приведены на рис. 1.7, где обозначены как химические, так и механические свойства.

Химический состав стали Ст3 [2]										
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
0,14-0,22	0,15-0,30	0,4-0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,03	до 0,008	до 0,03	до 0,08	~97
Механические свойства стали Ст3 при 20°C [2]										
σ_b , МПа				σ_T , МПа				δ , %		
380-490				245				25		

Рис. 1.7 – Физические и механические свойства стали Ст3

Такая сталь как Ст3 чаще всего изготавливается в производстве на грубых массивных установках, так же положительными свойствами данной стали являются пределы разрыва при разной толщине от 20 до 50 Бар, и выдерживает высокие температуры если сравнивать в соотношении цена/качество от +45 до +450°C.

1.3 Особенности сварки конструкционной углеродистой стали обыкновенного качества Ст3

Сталь – это сплав, состоящий из углерода, железа и примесей, при этом процент содержания в нем железа должен составлять не менее 45. Сырье получают в результате переработки чугуна с помощью различных термических способов — мартеновского, металлоконверторного и электротермического. В результате термического процесса, происходит оптимизация состава стали: обогащение углеродом, раскисления и др. Состав должен соответствовать действующему ГОСТу.

Сталь марки Ст3 – предназначена для производства фасонного и сортового, тонколистового и толстолистового, холоднокатаного и широкополосного тонколистового проката. Также из этой марки стали производят трубы, в том числе и прямоугольные, поковки и штамповки, ленты, метизы и проволоки.

Химические и физические свойства

Без стали марки Ст 3 в наше время невозможно строить, возводить наземные и подземные коммуникации, выпускать транспорт, агрегаты и станки.

Примесей в стали данной марки не более: хром — 0,30 процента; никель — 0,30 процента; медь — 0,30 процента; сера — 0,005 процента; фосфор — 0,04 процента; азот — 0,10 процента. Раскисление стали Процесс раскисления стали — это химический процесс в результате которого из расплавленного сырья удаляется кислород.

Он в данном случае определяется примесью, которая ухудшает механические и физические свойства сплава. По процессу раскисления сталь марки Ст3 делят на такие виды:

Спокойную — раскисление происходит с применением марганца, кремния и алюминия.

Кипящую — раскисление с применением только марганца.

Полуспокойную — раскисление с применением алюминия и марганца.

Уровень раскисления указывается в маркировке стали буквами «кп», «сп» и «пс», также указывается их модификация с повышенным процентом марганца.

Для примера — Ст3Гсп или Ст3Гпс. Кипящая сталь, по химическому составу от спокойной отличается тем, что содержание в ней кремния очень мало, менее 0,05 процентов. Спокойная сталь содержит больше кремния от 0,16 до 0,30 процентов. Так как кипящая сталь в себе содержит больше кислорода, чем сталь спокойная, то она по качеству намного хуже, чем спокойная. Сталь полуспокойная по качеству занимает среднее положение между спокойной и кипящей сталями.

Для процесса раскисления используют такие элементы, как кремний, марганец, алюминий. Сила их воздействия на сталь различается. Так, самым «сильным» является алюминий, а «слабым» — марганец. Спокойная Сталь — является самой дорогой по стоимости сталью. В ней отсутствует кислорода, характеризуется однородной (гомогенной) структурой, которая благодаря своей природе призвана придавать сплаву максимальную защиту от воздействий окружающей среды в виде коррозии и пластичность.

Спокойный сплав стали Ст3 согласно ГОСТу 380-2005 принятом в 2005 году, применяют во время сооружения жестких ферм и других металлоконструкций, несущих и несущих элементов. Из этой марки стали делают: листовой и фасованный прокат (лист стальной Ст 3); заготовки арматуры и детали для трубопроводов (квадратная труба Ст 3); основные и второстепенные элементы для железнодорожного хозяйства, подвесных и наземных путей и др.

Стали полуспокойного вида занимают нейтральную позицию между кипящими и спокойными видами сырья. В этом виде уже присутствует процент кислорода, что дает сплаву менее выраженные характеристики пластичности и твердости. Химический состав у этого вида стали нельзя считать однородным. Из марки этой стали изготавливают трубный и листовой прокат, такой популярный продукт, как балка Ст 3.

Стали полуспокойного вида идут также на производство кругов и полос, уголков и квадратов, закладных деталей и шестигранников. Если говорить о кипящих сталях, то — это самые популярные и доступные по стоимости конструкционные сплавы стали. Себестоимость производства невысока, но при этом заготовки из этой стали (слябы, слитки, готовые прокатные листы) прекрасно поддаются различной обработке при разных термических условиях.

Плотность стали марки 3 этой модификации совсем неоднородна, тем не менее при соблюдении правильного использования и соответствующих требований, она занимает одним из самых популярных и недорогих, практичных типов сплавов. Согласно ГОСТу 380-2005 сказано, что производитель имеет право самостоятельно указать степень раскисления сырья, если заказчик не определил ее.

Механические показатели:

Механические показатели свойств стали Ст3, которые используются при контроле свойств сырья проката: сопротивление, возникающее временно — все категории; текучесть и ее предел — все кроме первой категории;

изгиб под посторонним воздействием в холодном состоянии — все кроме первой категории;

относительное удлинение — здесь все существующие категории;

KCU (ударная вязкость) при температуре окружающей среды +20 °C — третья категория;

KCU (ударная вязкость) при температуре окружающей среды –20 °C — четвертая категория;

KCU (ударная вязкость) после старения механически — пятая категория;

КС V (ударная вязкость) при температуре окружающей среды +20 °С – шестая категория;

КС V (ударная вязкость) при температуре окружающей среды –20 °С – седьмая категория.

Свариваемость стали марки Ст3 Потребителям нравится работать с этой маркой стали. Ее технические характеристики с учетом модификаций очень универсальны. Одно из самых важных преимуществ данной марки – это отличная свариваемость. Сталь позволяет использовать автоматические дуговые и ручные способы сварки, а также контактно-точечный и электрошлаковый методы. Ст 3 применяют и для изготовления кованных деталей (ограждений, различных решеток и т.д.). Как расшифровывается обозначение марки Ст3

Согласно ГОСТу 380-2005 обозначение стали Ст3 не предусматривается в таком виде «Ст3» – без приписки «пс», «кп» и «сп». Стандарт четко определяет марки сплавов Ст3пс, Ст3кп, Ст3сп, а также их модификации с увеличенным процентным содержанием марганца – Ст3Гпс и Ст3Гсп.

Поэтому применение обозначения сплава Ст3 без сопутствующих индексов стандартом не предусмотрено. Помимо этого, в ГОСТе 380-2005 сказано, что если производитель не указал степень раскисления стали, то ее имеет право установить изготовитель. Полная индексация обозначений любой марки стали согласно ГОСТу 380-2005, которое необходимо указывать в бланке заказа, выглядит, например, так — Ст3Гсп ГОСТ 380-2005.

Расшифруем:

Ст — обозначение обыкновенного качества углеродистой стали. 3 — условный номер марки сплава стали (в ГОСТе 380-2005 предусмотрено семь номеров, в зависимости от ее химического процентного состава от 0 до 6).

Г — буква Г ставится в обозначении, если процентная доля марганца в сплаве превышает 0,8 %; сп – это обозначение степени раскисления сплава.

Старые обозначения марки Ст3:

Иногда все же попадаются устаревшие маркировки стали Ст3, к примеру, ВСт3пс5, причем со сносками на редакции ГОСТа 380 от 1988, 1971, 1994 и даже 1950 и 1960 годов.

Согласно ГОСТа 380-1971 сталь, которая поставлялась, делилась на три группы:

А, Б и соответственно В с различными гарантиями химического состава и механических свойств.

Стали группы А маркировались также, как и по современному действующему ГОСТу 380-2005, к примеру — Ст3кп.

К сталям групп В и Б спереди маркировки добавлялась соответствующая групп буква, к примеру — ВСт3кп.

Действующий современный ГОСТ 380-2005 в отличие от устаревших редакций определяет лишь химический состав сплавов.

Механические и другие характеристики определяют стандарты на конкретные типы стального проката, к примеру, ГОСТ 535-88 на фасонный и сортовой прокат, а ГОСТ 14637-89 – на толстолистовой вид проката.

1.4 Базовая технология сварки корпуса насоса

Как известно выше в данный момент написания работы, производится ручная дуговая сварка при сборке обечайки конуса верхней крышки и нижнего дна.

Использование подобной технологии приводят к некоторым ограничениям не только по качеству, но и по скорости исполнения шва, поэтому приводятся такие параметры свариваемого шва:

Проходы шва – 2

Расстояние шва от точки А до Б – 16 м.

Такое исполнение шва приводится при следующих этапах сборки КН:

-Заваривание основного корпуса (обечайки)

- Заварка профиля дна (конус)
- Приварка выводов (клапанов)
- Приварка верха конструкции (крышка)
- Приварка выводов в нижней части конструкции
- Приварка нижней части конструкции (дно-крышка)
- Далее производится приварка всех основных конструктивных изделий.

Конечно, в профессионализме сварщика 5 разряда не стоит сомневаться, т.к каждый сварной шов проходит измерительный контроль на наличие трещины, одна не стоит забывать, что производство поточное и недостиимо допускать задержки, т.к при данном виде сварки (ручная электродуговая) необходимо затратить время на отдых и возможное отсутствие сварщика смены на месте.

Поэтому необходимо разработать механизированы вариант заварки радиальных поверхностей, что бы устранить приведенные выше факторы занижения времени производства.

1.5 Анализ известных и возможных способов сварки корпуса насоса

Существует 50 видов сварки. Охватить полную классификацию сложно и глупо, поэтому разберемся хотя бы с 4 основными видами сварки металлов.

Основные виды сварки:

- Ручная дуговая
- Газовая
- Полуавтоматическая

Сварка позволяет соединять детали между собой плотным или точечным швом. Выбор способа влияет на качество, аккуратность шва и стоимость работы. ГОСТы по сварочным работам описывают обозначение по международным стандартам приборов и материалов для контроля качества.

Таблица 1.1 – Виды и принципы сварки

Вид	Принцип работы
Электрическая (электродуговая) под флюсом	Сварочная дуга прогорает между сварочным материалом и электродной проволокой под слоем сыпучих флюсов. За счет теплоты дуги плавятся свариваемые поверхности и проволока с флюсом.
Термитная	Изделия размещают в огнеустойчивом контейнере, а в верхнюю штрубу, где есть шов, насыпают порошок (термит). При 2000° плавится металл, который заполняет шов. Этот шов потом и сваривают.
Ультразвуковая	Воздействие колебаний (ультразвуковых частот), вызванных механическим способом, на деталь, которую нужно сварить.
Холодная	Соединение кристаллов под высоким давлением.
Электрошлаковая	Под флюсом появляется сварочная дуга. Флюс плавится и возникает электропроводной шлак, который имеет большое омическое сопротивление. За счет последнего и свариваются металлы. Плюс: не нужно пользоваться термической обработкой; экономия флюса. Минус: возможные деформации.
Контактная	Происходит нагрев металла благодаря электрическому току и деформируются. Контактной сваркой пользуются в машиностроении при серийном производстве деталей.
Плазменная	Нестандартная технология сваривания. Происходит нагрев перемещаемой дуги, которая за счет этого необычного свойства резко повышает температуру. Самым удобным видом сварки по алюминию считают плазменную, так как при ней температура гораздо ниже, чем при газовой. Это значит, что она практически не будет деформировать алюминиевую деталь.
Виды сварки	

Все модели и виды аппаратов, которые получили сертификат от НАКС, могут использоваться. Ниже приводим несколько обозначений аббревиатур:

МП – механизированная сварка плавящимся электродом;

МАДП — механизированная аргонодуговая сварка плавящимся электродом;

ЗН — сварка с закладными нагревателями;

РД — ручная дуговая сварка покрытыми электродами;

АФ — автоматическая сварка под флюсом;

МАДПН — механизированная аргонодуговая наплавка плавящимся электродом.

1.5.1. Ручная дуговая сварка

Сварка производится штучными электродами, которые постепенно плавятся, и оставляют за собой скрепляющий шов. Между поверхностью металла и электродом делают нужное расстояние для его расплавки.

Это и называется дугой, которая выдерживает расстояние около трех миллиметров. Оно со временем уменьшается, поэтому начинающим сварщика тяжело удерживать одинаковый зазор.

При сварке нескольких предметов сначала осуществляют их точечное скрепление, чтобы они не разъехались, иначе сварка будет неравномерной, а шов растянется — с одной стороны он будет установленного размера, а с другой — шире.

Неравномерная сварка может стать причиной прожигания металла насквозь.

Сваривая между собой пластины толщиной более двух мм, обязательно нужно сделать между ними небольшой зазор. Электрод держать под углом 45° . Это обеспечит сварке выход шлаков наружу. Чем его угол будет прямее, тем вероятнее сквозной прожиг металла.

Перед началом сварки электрод нужно поднести максимально близко к месту нанесения шва. Если этого не сделать, можно потерять место сварки при надевании сварочной маски.

Скрепляя две поверхности, надо расплавить край первой и второй. Так как электрод тоже плавится. Смешиваем расплавленные края сваривающихся

поверхностей и электрода. Для этого нужно делать небольшие движения влево и вправо.

Если электрод вести прямо, то плавиться будет только одна часть поверхности, а значит, шов будет ненадежным.

Такой способ часто используют в железобетонных сооружениях (сварки арматуры), при монтаже забора и ворот, в разных видах сварки труб.

Необходимо помнить что если работы происходят на высоте или просто кабель у держателя очень длинный, то он будет тянуть, а это может мешать наложению правильного шва. Для этого следует держать его в другой руке или повесить на крючок.

1.5.2. Полуавтоматическая сварка

Плюсы ПС (по сравнению с РДС или дуговой сварка):

- универсальность — можно варить как конструкционную и нержавеющую сталь, так и другие металлы (чугун, алюминий);
- простота обучения — можно быстро обучиться, как работать с типом сварки;
- можно применять для тонких металлов;
- высокая скорость работы;
- удобство — шлак не мешает видеть результат работы: мастер видит, как плавится металл и может менять настройки.

Для работы с этим видом сварки понадобится источник тока (или сам аппарат), специальная проволока и защитный газ.

Важно! Выбирая электродную проволоку, нужно следить за тем, чтобы она была близкой по химическому составу к свариваемому металлу или превосходить его по свойствам, чтобы получить качественный шов.

Рекомендуется выбирать проволоку для сварки стали СТ-3 08Г2С диаметром от 0.6 до 1.2 мм.

Для работы с металлом толщиной от 1 до 4 мм подходит проволока с сечением 0.8 мм. Для больших толщин металла следует выбирать проволоку 1 или 1.2 мм.

Необходимо помнить что сварка без газа запрещена, если только не используется специальная флюсовая проволока. Тогда защитный газ образуется при плавлении и сгорании специального порошкового состава.

Разрешается использование газа как чистого CO₂, так и смешанного CO₂+Ar (углекислый газ и аргон). Чистый углекислый газ является самым дешевым и доступным.

Минусы: сильное разбрызгивание металла, не очень красивый вид шва.

Регулируя индуктивность, с такой сваркой можно менять качество проплавки и ширины шва. Если ее уменьшить, дуга будет холоднее. Результат работы — тонкий шов и глубокое проплавление. Увеличивая индуктивность, дуга становится горячее, получается гладкий широкий шов и менее глубокое проплавление.

Сваривая металл, горелку нужно удерживать под 60° к плоскости шва, а расстояние от сопла до сварочной поверхности 7-20 мм.

Перед началом процесса сварки нужно откусывать кончик проволоки, торчащей из сопла, потому что на нем образуется шарик, который плохо проводит ток. При сваривании поверхностей необходимо их зачищать от краски или ржавчины.

Важно знать что при работе слышны отчетливые щелчки, значит на сварочном аппарате выставлено высокое значение сварочного напряжения либо недостаточная скорость подачи проволоки. При большой скорости подачи проволока не будет успевать плавиться.

Нанесение различных швов требует настроек аппарата. Сваривание тонких металлов происходит точечное. Нельзя варить непрерывным швом, чтобы избежать коробления.

1.5.3. Газовая сварка

В комплект газосварочного оборудования входят:

- рукав кислородный первой категории для подачи ацетилена под давлением 0,63 МПа;
- рукав кислородный третьей категории для подачи кислорода под давлением до 2 МПа;
- редуктор кислородный БКО-50ДМ;
- редуктор ацетиленовый БАО-5ДМ;
- ацетиленовые баллоны объемом 40 л;
- кислородные баллоны того же объема;
- газовая горелка.

Перед применением нужно очистить металл от ржавчины и краски. Установка давления на ацетиленовом баллоне производится при помощи открытия винта баллона против часовой стрелки. Регулировочный винт ввинчивают по часовой стрелке, смотрят на манометр.

Его рабочее давление составляет 0,2 МПа. Для установки давления на кислородном баллоне необходимо открыть винт против часовой стрелки. Потом ввинчивают регулировочный винт по часовой стрелке в редуктор и смотрят на его манометр. Давление должно составлять 0,5 МПа.

Для установки рабочего пламени на газовой горелке необходимо открыть винт ацетилена, потом зажечь пламя. Следить за тем, чтобы огонь не отрывался от кончика газовой горелки. После этого отрегулировать его винтом с кислородом.

Пламя должно представлять ядро, восстановительную зону и факел.

Чтобы сделать сварочную ванну, нужно расположить горелку на 90° к основному металлу. Расстояние между ядром пламени и поверхностью должно составлять 1,3 мм.

Как и в предыдущих случаях, горелку нужно перемещать влево и вправо для расплавления краев свариваемых поверхностей.

После того как металл разогрелся и сварочная ванна готова, горелку располагаем под углом 45° и подаем присадочный пруток. Подавать его можно каплеобразно либо так, чтобы он постоянно находился в сварочной ванне. При этом делать легкие движения влево и вправо.

Требования по сварочному шву:

Он должен быть плотным, а чешуйки равномерными. Ширина 5-6 мм, высота 1-2 мм. После окончания работы газовая горелка закрывается: сначала ацетиленовый вентель, потом после продувки горелки — кислородный.

Баллоны закрываются поочередно. Сначала ацетиленовый. На нем закрываем вентель, потом выкручиваем регулировочный винт из редуктора. Кислородный закрывается аналогично.

После закрытия баллонов необходимо спустить остаточное давление с рукавов. Открываются вентели на горелке: сначала ацетиленовый, потом кислородный. На манометрах обоих баллонов будет видно, как давление падает. После выхода оставшегося давления закрываем.

Техника безопасности при работе с газовой сваркой:

- лучше выбирать шланги 3 класса. Они выдерживают давление до 40 атмосфер;
- на штуцерах крепление должно осуществляться при помощи хомутов, но никак не проволоки;
- на шланги, редукторы и горелки устанавливаются огнепреградительные клапаны: они не дают пламени пройти внутри шланга и попасть в баллон, тем самым предотвращают взрыв газа;
- если вдруг начала плавиться горелка, не нужно ее бросать и убегать — возле нее нужно согнуть и пережать рукой шланги, а потом закрыть винтели на горелке; если не успели, то на баллоне.

1.5.4. Сварки с использованием аргона

Применяется для соединения цветных металлов или легированной стали. Состоит из:

- сварочного аппарата для работы от переменного или постоянного тока;
- баллон с аргоном;
- расходомер и регулятор расхода газа;
- горелка с регулятором и воздушным охлаждением;
- шланг для инертного газа;
- редуктор;
- пруты вольфрама (постоянного тока и универсальные).

Перед сваркой пруты вольфрама затачиваются так, чтобы риски располагались вертикально, а не горизонтально. Потом его вставляют в горелку и закрывают соплом. Под каждый металл идет сопло необходимого номера.

Важно! Стандартного баллона с газом хватает приблизительно на 14 часов с расходом 7 л/мин. Перед началом сварки поверхность металла зачищается и обезжиривается ацетоном или растворителем.

Для работы с разными металлами, в том числе и по толщине, устанавливаются разные дуги — ровная, средняя и высокочастотный пульс. Он дает возможность работать на тонких материалах, потому что дуга идет с прерыванием и не прожигает их.

При сваривании подается присадочная проволока. Сварка происходит таким же способом, как и предыдущие. Путем наплавки краев сваривающихся металлов и сваривания проволоки в зазор между ними.

Нельзя забывать, что электрод в горелке всегда находится под напряжением, поэтому обращаться с ним нужно аккуратно.

Вывод: таким образом, для сварки сталей СТЗ в механизированном исполнении больше подойдет полуавтоматическая сварка по все приведенным достоинствам выше.

2. Технология изготовления корпуса насоса

2.1. Требования к технологии изделия

Для изготовления был выбран полуавтомат (сварочный), следовательно есть возможность применить аргон, для необходимой операции.

На рисунке 2.1 приведены характеристики для выбора нужного материала (электрода для сварки).

Зависимость диаметра электродной проволоки от толщины свариваемого металла			
Толщина листов, мм	1... 2	3...6	6...24 и более
Диаметр электродной проволоки d_e , мм	0,8...1,0	1,2...1,6	2,0

Рис. 2.1 – Выбор электродов для сварки

Рассчитаем силу тока:

$$I_{ce} = \frac{\pi d_e^2 a}{4} = \frac{3,14 * 2^2 * 120}{4} = 377 \text{ A} \quad (2.1)$$

где d_e –размер электрода, мм; а – выдержка тока в электроде, $\text{A}/\text{мм}^2$ (110...130 $\text{A}/\text{мм}^2$).

Ниже выбирается характеристики по напряжению в зависимости от силы тока рис. 2.2.

Зависимость напряжения и расхода углекислого газа от силы сварочного тока							
Сила сварочного тока, А	50...60	90...100	150...160	220...240	280...300	360...380	430...450
Напряжение дуги, В	17...28	19...20	21...22	25...27	28...30	30...32	32...34
Расход CO ₂ , л/мин	8...10	8...10	9...10	15...16	15...16	18...20	18...20

Рис. 2.2 – Параметры тока и напряжения дуги

Скорость наведения электрода на свариваемую поверхность:

$$V_{np} = \frac{4\alpha_p I_{cc}}{\pi d_s^2 \rho} = \frac{4 * 18 * 377}{3,14 * 2^2 * 7,8} = 278 \text{ м/ч} \quad (2.2)$$

где α_p – единица плавки метала, г/А*ч; I_{cc} – ток, А; d_s – размер электрода, мм; ρ - 7,8 г/см³.

α_p определяем:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{I_{cc}}{d_s} = 18 \text{ г./А*ч} \quad (2.3)$$

Темп приварки:

$$V_{cs} = \frac{\alpha_n I_{cc}}{100 F_s \rho} = \frac{16 * 377}{100 * 0,5 * 7,8} = 15,5 \text{ м/ч} \quad (2.4)$$

где α_n – единица плавки, г/А*ч, $\alpha_n = \alpha_p(1-\psi)$, где ψ – поглот на разбрызгивание.

Масса наплава:

$$G_n = F_{шв} l \rho = 0,56 * 1800 * 7,8 = 7860 \text{ г} = 7,86 \text{ кг} \quad (2.5)$$

где $F_{шв}$ – поперечный размер, см²; l – расстояние свариваемого шва, см.

$$F_{шв} = \frac{\alpha_p I_{св}}{V_{св} \rho} = \frac{18 * 377}{15,5 * 7,8} = 56 \text{ мм}^2 \quad (2.6)$$

Расход электрода:

$$G_{np} = G_n(1+\psi) = 7860 * 1,1 = 8650 \text{ г} = 8,65 \text{ кг} \quad (2.7)$$

где G_n – масса наплава, г; ψ – единицы потерь, $\psi = 0,1 \dots 0,15$.

Размер электрода, мм	2
Ток, А	377
Напряжение, В	30
Расход кислорода, л/мин	20
Подача электрода, м/ч	278
Скорость наплава, м/ч	15,5
Вес наплава, кг	7,86
Количество ухода электрода, кг	8,65

2.1.1 Выбор проката

Для создания конструкции, размеры сборных стальных пластин которого 6000x1800x10 и 6000x1100x10 как оговаривалось ранее из стали Ст3. Данные размеры приведены на рисунке 2.3.

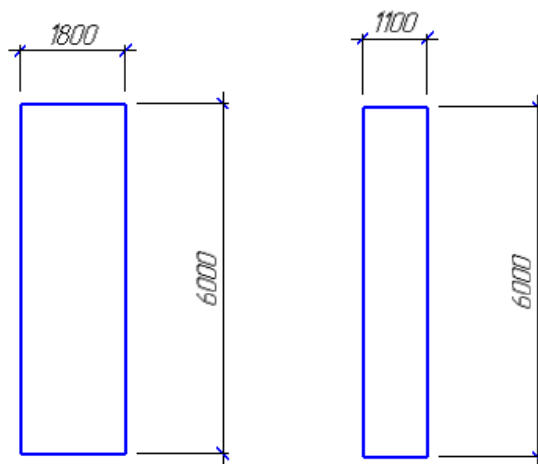


Рис. 2.3 – Листы проката из стали Ст3

2.1.2. Кромки

Кромки располагаются по углу 30° . Соединения при проектировании данного изделия стыковые и угловые.

При ручной сварке соединяют стыки размером от 0.5 до 150 мм встык.

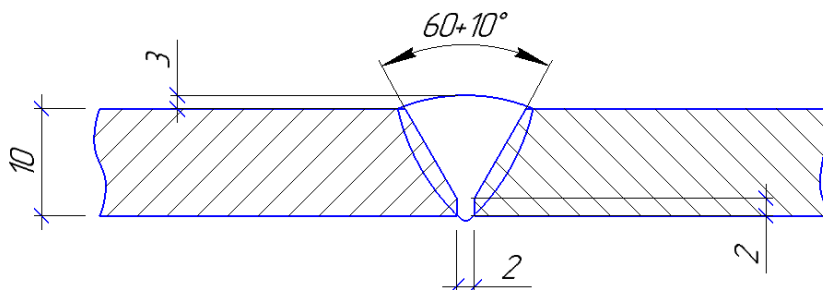


Рис. 2.4 – Стык

Угловые соединения приваривают с учетом выполнения технологической операции (прихватка) под углом $60 \pm 10^\circ$.

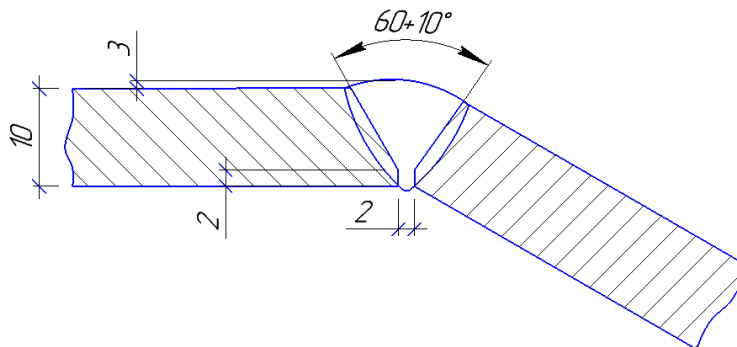


Рисунок 2.5 – Угловое соединение

Обработка кромок производится специальным (строгательным) станком.

2.2 Выбор материала и непосредственная сварка

Химический состав материала для сварки приведен на рис. 2.6.

Химический состав омедненной сварочной проволоки Св-08Г2С					
C	Mn	Si	S	P	Cu
0,05-0,11%	1,8-2,1%	0,7-0,95%	<0,025%	<0,030%	<0,025%

Рис. 2.6 – характеристики материала

Данный материал был выбран благодаря из за большого количества преимуществ:

- Маленькое разбрызгивание
- Нет прогаров
- Хорошая схватка кромок Ст3.

2.3. Обмерка и резка

Резка пластин производится методом гильотинного сжатия металла, при котором производится ровный рез толщиной от 10 до 700 мм

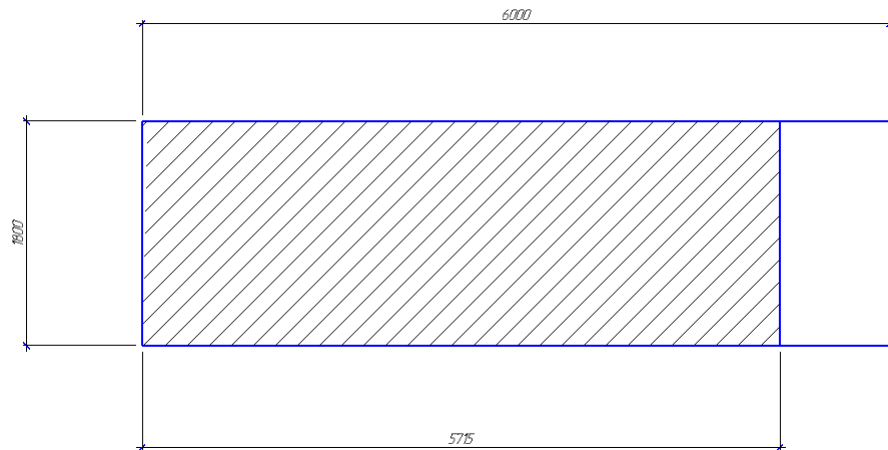


Рис. 2.7 – Разметка и рубка

2.4. Обработка кромок

После отрезки для более качественного шва и безопасности персонала производится обработка кромок путем трения (шлифования), длина заусенцев не должна превышать 0,1 мм.

2.5. Контроль размеров

Контроль размеров производится путем осмотра деталей и сверение измерений.

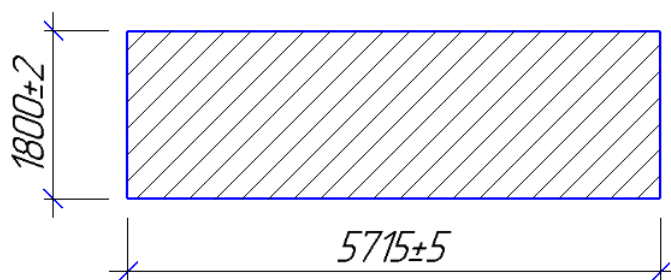


Рис. 2.8 – Контроль размеров

2.6. Прокатка

Прокатка это процесс придания стальной пластине специальной округлой (радиальной формы). Процесс указан на рисунке 2.9.

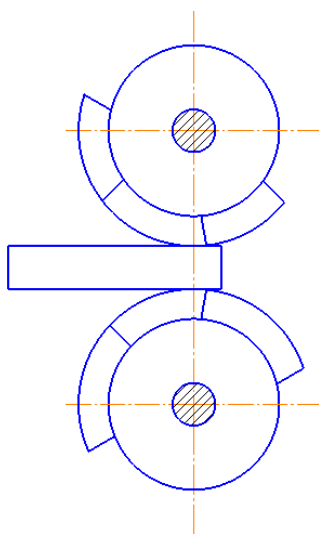


Рис. 2.9 – Прокатка

2.7. Сборка пластин

Сборка производится путем поэтапного комплектования изделия, где все готовые заготовки после прессования, прокатки и других процессов

собираются в цехе сварки и таким образом происходит поэтапная покраска после сварочных операций.

На рисунке 2.10 изображен готовый продукт.



Рис. 2.10 – Готовый продукт

2.8. Сварка деталей КН

На рисунке 2.11 производится (схематично) сварка деталей, (указатели обозначены в виде стрелок).

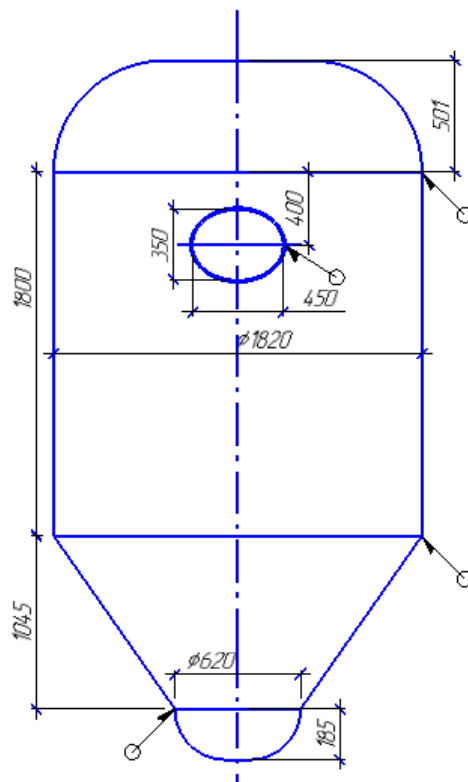


Рис. 2.11 – Схема швов

2.9. Шлифовка

Шлифовка производится путем применения шлифовальных аппаратов, вид шлифовки можно увидеть на рисунке 2.12.

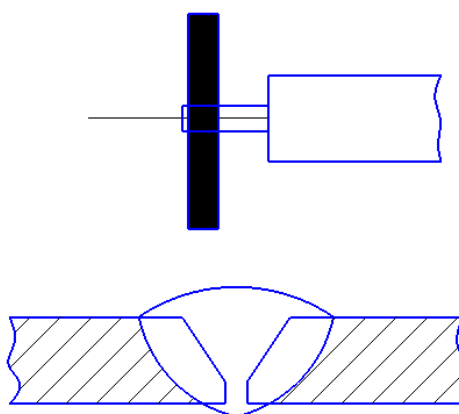


Рис. 2.12 – Операция шлифовки

2.10. Контроль качества

Контроль качества осуществляется путем специальных приборов о которых пойдет речь в 3 разделе. Вид прибора в схематичном выражении можно видеть на рисунке 2.13.

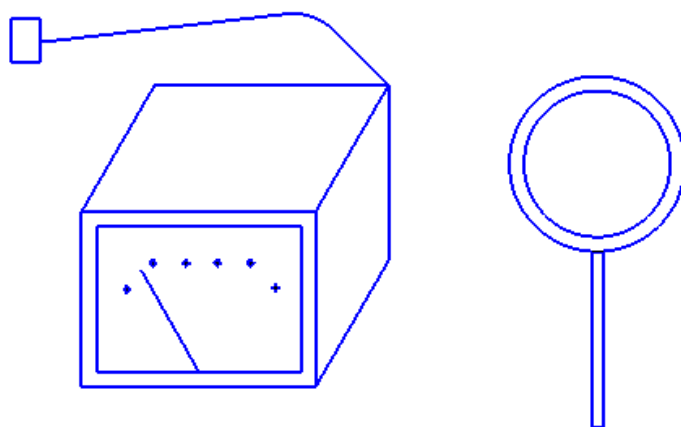


Рис. 2.13 – Вид прибора

3. Выбор и разработка оборудования для изготовления корпуса насоса

3.1 Выбор гидравлической гильотины для рубки.

Ножницы предназначены для резки листового металла. Процесс резки гильотинными ножницами является наиболее производительным процессом по сравнению с другими разделительными операциями – резкой газом, пильными полотнами или дисками. Гидравлический привод ножниц и закаленные режущие ножи обеспечивают стабильный качественный рез. Современный дизайн оборудования, удобство в работе, пониженная шумность позволяют использовать ножницы во многих современных автоматизированных производствах с высокими требованиями к надежности оборудования. Предлагаемый ассортимент ножниц позволяет выбрать оборудование с широким спектром функциональных характеристик, в комплектации ножниц можно применять различные виды приспособлений для потребностей различного производства.



Рис. 3.1 – Вид гидравлической гильотины MetalMaster HCL

В таблице 3.1 – Приведены характеристики гильотины MetalMaster HCJ2540.

Таблица 3.1 - Характеристики гильотины MetalMaster HCJ2540

Модель	HCJ2540
Максимальная толщина листа	4
Максимальная длина листа, мм	2500
Угол наклона лезвия	10°30'
Скорость работы, рез/мин	20
Ограничитель глубины подачи листа, мм	20-480
Мощность двигателя кВт	4
Габариты в упаковке (ДхШхВ), мм	3130X 2030X 1600
Вес нетто, кг	3800

Особенности гидравлической гильотины MetalMaster HCJ:

Высокая точность реза:

Особая конструкция гильотинных ножей при которой верхняя балка при совершении реза движется по дуге обеспечивает высокую точность реза металла.

Ровность реза:

Лезвия ножей установлены таким образом, чтобы добиться одинакового зазора по всей длине резки и получения ровного реза без заусенцев.

Стабильность реза:

Высокая жесткость конструкции сварной рамы обеспечивается термической обработкой рамы для снятия напряжений.

Надежная работа:

Устойчивость гидравлического привода качающейся режущей траверсы, обеспечивается возвратом траверсы аккумулирующими азотными цилиндрами.

Высокая производительность:

Возможность настройки длины резания для уменьшения длины рабочего хода и увеличения производительности.

Большой выбор моделей

Ассортимент ножниц позволяет подобрать оборудование с широким спектром функциональных характеристик для потребностей различного производства.

Бережное отношение к материалу

Полиуретановое покрытие гидравлических прижимов позволяют избежать повреждения поверхности материала.

Безопасность работ

Защитный экран рабочей зоны с электрическим размыкателем гарантирует безопасность работ на станке; возможно оснащение световыми и лазерными защитными экранами.

Удобство и простота в использовании

Управление перемещением заднего упора двигателем, индикация перемещения заднего упора, находятся на передней панели станка; опускание лезвия ножей может быть удобно и быстро переведено в ждущий режим.

Современный дизайн оборудования, удобство в работе, пониженная шумность, надёжная система безопасности, отвечающая требованиям ISO позволяют использовать ножницы во многих современных автоматизированных производствах с высокими требованиями к надёжности оборудования.

3.2. Выбор кромкострогального станка

Кромкострогальные станки с ЧПУ могут выполнять обработку верхней и нижней кромки одновременно за один установ. Скашивание кромки I, V, K, U типа. Толщина обработки от 4 до 300 мм.

Модельный ряд состоит из 4 моделей:

1. Односторонний кромкострогальный станок
2. Двухсторонний кромкострогальный станок

3. Трехсторонний кромкострогальный станок

4. Четырехсторонний кромкострогальный станок



Рис. 3.2 – Строгательное оборудование

Станки широко используются для обработки компонентов стальных мостов, контейнеров, бойлеров, стальных конструкций, инженерного оборудования, ветроэнергетических установок, в судостроении и атомной энергетике.

Преимущества многосторонних кромкострогальных станков:

Высокая эффективность производства (в 12 раз выше, чем у фрезерных станков для скашивания кромок)

Максимальная скорость подачи листа 8 м/мин

За однократную подачу листа можно выполнять скашивание верхней и нижней кромки одновременно

Высокая точность обработки

Точность прямолинейности $\leq 0,5 \text{ мм} / 10000 \text{ мм}$

Точность ширины $\leq 0,5 \text{ мм}$

Чистота поверхности $Ra \leq 12,5 \text{ мкм}$

Высокая степень автоматизации. Автоматический контроль центрования, позиционирования, регулировки угла скоса кромки, точности резания, отвода тепла, удаления стружки, отвода материала.

Таблица 3.2 - Технические параметры оборудвоания

N o	Толщина листа, мм	Ширина листа, мм	Длина листа, мм	Скорость подачи, м/мин	Главный двигатель, кВт
1	4~10	600~4000	≥ 4000	1 ~ 8	7,5 х 4
2	6~30	600~4000	≥ 4000	1 ~ 7	11 х 6
3	10~50	800~4000	≥ 4000	0,5 ~ 6	15 х 6
4	20~80	800~4000	≥ 4000	0,5 ~ 5	18,5 х 6
5	30~150	1000~4000	≥ 4000	0,3 ~ 3	22 х 6
6	30~300	1000~4000	≥ 4000	0,3 ~ 1	30 х 6

Описание оборудования:

Специальные режущие инструменты и высокая скорость резания
Используются инструменты с несколькими ножами и специальные режущие ножи, которые позволяют достигать высокой скорости обработки

Синхронная обработка кромки с двух сторон одновременно
Режущий инструмент обладает функцией параллельного смещения и перемещения вверх/вниз. Может выполняться обработка кромок I, V, X, U типа. Единоновременный скос кромки позволяет получить стандартную шероховатость и прямолинейность резания.

После подачи листа на стол, лист прижимается автоматическим устройством и в течение 1-2 минут происходит выравнивание и прижим.

Автоматический отвод стружки, воздушное охлаждение
В процессе снятия фасок и скашивания кромок стружка собирается в специальный контейнер. Воздушное охлаждение позволяет снизить температуру резки и увеличить срок эксплуатации ножей.

Компактная конструкция
Станок отличается продуманным расположением и пространственной структурой. Для проведения техобслуживания он автоматически отсоединяется и закрывается.

Высокая скорость, точность, безопасность и надежность. Скорость работы оборудования зависит от различных технических характеристик, типа листа и скорости подачи. На станке установлена система цифрового обнаружения и сигнала обратной связи при перегрузке или аварийных ситуациях.

Выбор основной конструкции:

Режущий диск (для толщины листа ≤ 50 мм, маленький угол кромки). Могут обрабатываться кромки I, V, K типа. Чтобы изменить угол кромки, необходимо изменить угол соответствующего ножа. Станок состоит из правой и левой станции, на каждой станции по 3 установки с независимыми двигателями. Это позволяет независимо выполнять обработку верхней и нижней кромки и притупленного края. Преимущества: компактная конструкция станка, небольшое количество контрольных точек, разработанная производителем система ЧПУ, высокая эффективность.

На станке может выполняться автоматическая настройка угла $0 \sim 45^\circ$, без перестановки режущего диска. Это позволяет выполнять обработку различных углов кромок, включая кромки U типа. Станок состоит из правой и левой станции, на каждой станции по 3 установки с независимыми двигателями. Это позволяет независимо выполнять обработку верхней и нижней кромки и притупленного края. Функции настройки угла $0 \sim 45^\circ$, поднятия и опускания, уровня подачи ножа. Преимущества: большое количество контрольных точек, разработанная производителем система ЧПУ, высокий уровень автоматизации.

3.3. Листогибочная машина Sahinler 3R-HS 20-210

Листогибочные вальцы данной модели предназначены для тяжелых гибочных работ, в особенности для гибки материалов с толщиной листа 6-20 мм, и используются для изготовления рекламных щитов, корпусов воздушных компрессоров, водяных и нефтеналивных резервуаров,

бетономешалок и прочих подобных видов продукции. Их отличает простота и удобство использования, привлекательный дизайн, надежность в работе.



Рис. 3.3 – Листогибочная машина

Таблица 3.3 - Основные технические характеристики вальцев

Модел ь	Макс. длина обработ. материала, мм	Крутовая гибка, мм подгибка, мм	Подгибка, мм	Ø верх. валка, мм	Ø сред. валка, мм	Скорость, м/мин	Мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
3R HS 20- 210	2050	10	8	210	190	5	7,5	2700 x 1100 x 1250	3800

Преимущества:

- все три валка приводятся в действие гидравлическим силовым агрегатом с одним приводом и системой ведущих колес;
- шарнирно закрепленная панель управления с джойстиком;
- удлиненные оси для установки валков для гибки профиля и труб;
- кованые стальные валки повышенной прочности на растяжение с индукционной закалкой и сертификатом качества SAE 1050;
- сварные стальные несущие рамы;
- портативная панель управления;

- приспособление для конической гибки;
- гидравлическая балансировка частоты вращения валков;
- доступность используемых компонентов по всему миру (электрические компоненты Telemecanique, Siemens; гидравлические компоненты Rexroth, Bosch, Parker);
- машина изготовлена в соответствии с директивами по технике безопасности ЕС (маркировка "CE").

Опции:

- цифровой дисплей.
- портативная панель управления.
- валки для гибки профиля и труб.
- система подъема и подачи материала.

3.4. Роликовый вращатель NHTR-1000

Сварочный вращатель состоит из двух секций: приводной и не приводной. Приводная секция оснащена частотнорегулируемым электроприводом мощностью 100 Вт с плавной регулировкой скорости.

Роликоопоры вращателя могут фиксироваться в двух положения для настройки на необходимый диаметр свариваемого изделия. Для повышения площади прикосновения с изделием ролики покрыты слоем полиуретана. В комплектацию вращателя входит ПДУ (пульт дистанционного управления) – педаль.

На рисунке 3.4 обозначен вид сварочного роликового вращателя.

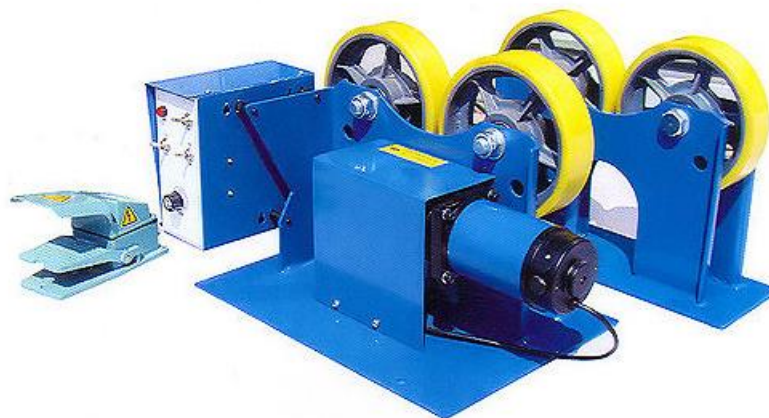


Рис. 3.4 – Роликовый вращатель

3.5. Сварочная колонна ESAB CaB

Сварочные колонны ESAB CaB (Column and Boom)

Эффективная стоимость и гибкая сварочная механизация:

- Концепция модульного дизайна позволяет модифицировать CaB, в соответствии с требованиями заказчика, используя стандартные компоненты
- Большой выбор доступных компонентов при интеграции для решения задач Заказчика:
 - Любые A2 и A6 сварочные головки
 - A2-A6 блоки управления РЕК с источниками тока ESAB постоянного (LAF 631/1001/1251/1601) и переменного (TAF 801/1251) тока
 - Роликовые вращатели и позиционеры
 - Системы рециркуляции и восстановления флюса
 - Системы мониторинга и камеры для слежения
- Четыре конфигурации базовых станций подходящие для основных стандартных приложений
- Три различных размера: 300, 460 и 600 - это размеры определяющие высоту профиля консоли (мм), которая определяет рабочий диапазон и несущую способность

- Возможность выбора между стационарным размещением и мобильным, используя систему перемещения по рельсам
- Универсальность - сварочные колонны приспособлены для любого автоматизированного процесса сварки



Рис. 3.5 – Вид сварочных колонн CaB

Стандартные размеры сварочных колонн CaB:

Три различных размера 300, 460 и 600 - это размеры высоты профиля консоли в миллиметрах. Для каждого размера консоли есть соответствующая колонна. Три различных размера определяют не только длину вылета консоли, но и какую предельную нагрузку она может нести.

Таблица 3.4 – Технические характеристики сварочной колонны

Технические данные: Сварочная колонна	CaB 300S		
Эффективный рабочий диапазон, м	3	4	5
Максимальная высота консоли A, мм	4070	5070	6070

с использованием рельсового перемещения, min мм	930	930	930
Максимальная высота консоли В, мм	3955	4955	5955
с использованием бетонного стенда, min мм	815	815	815
Максимальная высота консоли С, мм	3750	4750	5750
с использованием стальной площадки, min мм	610	610	610
Общая высота D	5170	6170	7170
с использованием рельсового перемещения, min мм			
Общая высота E	5055	6055	7055
с использованием бетонного стенда, min мм			
Общая высота F	4850	5850	6850
с использованием стальной площадки, min мм			
Скорость подъема, м/мин	0,7	0,7	0,7
Максимальная общая нагрузка на платформу сварочной колонны, кг	600	600	600

Прочность и стабильность конструкции и легко адаптируемое интегрированное электронное обеспечение обуславливает универсальность конструкции. Существуют три варианта основания Сварочной колонны: стальная плита, бетонная плита, ходовая часть на рельсовой основе. Консоль (стрела) колонны приводится в движение при помощи шестерни, а имеющийся тахометр обеспечивает её стабильное и равномерное движение. На верху колонны находящийся двигатель и подъёмная цепь - прочны и надёжны. Устройство снабжено защитным механизмом, который в случае аварии или поломки немедленно блокирует движение консоли (стрелы):

- Стандартная сварочная колонна с перемещаемой консолью и сварочной головкой, смонтированной на конце консоли
- Стандартное механическое исполнение с кабелеукладчиком
- Возможны опции: камера для слежения, импульсный энкодер для регулировки скорости и контроль подачи флюса
- CaB 300S имеет рабочий диапазон от 3 до 5 м и по вертикали, и по горизонтали
- CaB 460S имеет рабочий диапазон от 5 до 7 м и по вертикали, и по горизонтали

3.6. Выбор сварочного полуавтомата

Сварочные полуавтоматы отлично подходят для сварки тонких материалов. Обеспечивают качественные швы и высокую производительность благодаря механизму автоматической подачи проволоки. Чтобы вы могли подобрать недорогую модель, подходящую для ваших целей, мы рассмотрим несколько популярных моделей: на что способна каждая из них и для каких задач применяется.



Рис. 3.6 - Вид полуавтомата

Комбинированные полуавтоматы

Сварка под защитой газа – очень распространенный метод, который используется для проведения кузовных работ, монтажа металлоконструкций и т.д. В зависимости от технических характеристик выделяют бытовые и

профессиональные комбинированные сварочные полуавтоматы. Рассмотрим их возможности на примере конкретных моделей.

Преимущества: с помощью этого аппарата вы сможете соединять детали суммарной толщиной около 1,5 – 2 мм, например, приварить петли к воротам в гараже. Работает от обычной однофазной сети на 220 В. На передней панели есть специальный индикатор сети, который горит, если устройство подключено к источнику питания: вы всегда будете знать, что не возникло перебоев с подачей электроэнергии в гараже или мастерской. Индикатор перегрузки, также расположенный на передней панели, покажет, когда аппарату надо дать отдых.

Одним из больших плюсов этой модели является комплектация. Маска сварщика поставляется в комплекте – вам не придется приобретать ее отдельно. Кроме того, вместе с устройством вы получаете щетку-молоток, которая отлично счищает шлак со шва после выполнения работы.

Профессиональное сварочное оборудование отличается большей силой сварочного тока, а следовательно, толщиной соединяемых деталей. Среди аппаратов для профессионального применения стоит выделить Барс Profi MIG-357 DT2 380 В СВ000007423.

Преимущества: вы можете выбрать один из двух способов сварки, которые осуществляет эта модель – MIG/MAG или MMA. Можно варить детали из таких металлов, как никель, алюминий, титан (опытные сварщики знают, что сделать это очень трудно). Общая толщина соединяемых деталей составляет 10 мм. Продолжительность включения – 60%, что обеспечивает 6 минут непрерывной работы и всего 4 минуты отдыха. В этом важное отличие от большинства бытовых устройств, которые работают 1,5 – 2 минуты, а потом им необходим отдых 7,5 – 8 минут.

Панель управления устройства оснащена тремя индикаторами: сети, перегрева и перегрузки. Вам достаточно одного взгляда, чтобы понять, не возникло ли проблем с подачей электроэнергии, не перегрелся ли аппарат и не слишком ли большую нагрузку ему дали. Это позволит избежать непредвиденных перебоев в работе и износа деталей из-за перегрева.

Цифровой амперметр и вольтметр отображают значения силы тока и напряжения, поэтому вы будете следить за текущими рабочими параметрами. Если возникла необходимость увеличить или уменьшить их значение, для этого предусмотрен регулятор сварочного тока (для метода ММА).

Для работы самозащитной проволокой:

Сварка под флюсом по сравнению с другими методами во многих случаях удобнее. Отсутствие газового баллона избавляет сварщика от забот, связанных с его приобретением и хранением. Самозащитную проволоку хорошо использовать для работ на приусадебном участке – на дачу нужно отвезти только сварочный аппарат и расходные материалы.

На случай, если у вас совсем нет опыта в сварочном деле, подойдет латвийский аппарат инверторного типа Ресанта САИПА 165.

Преимущества: работает с флюсовой проволокой диаметром от 0,6 до 0,9 мм, а с учетом максимального значения сварочного тока вы можете сварить детали общей толщиной 1,5 – 2 мм. Это оптимальный параметр для бытовых целей, например, чтобы соединить два профильных листа для забора или ворот. Работает устройство от однофазной сети 220 В, что обеспечивает его беспроблемное подключение. На передней панели сварочника находятся две клеммы: с их помощью можно быстро и надежно подключить кабели для дальнейшей работы, исключив при этом потери тока. Если вы заработались и не заметили перегрева устройства, то автоматическая система отключит аппарат за вас.

Для сварки корпуса насоса я выбрал сварочный автомат ELITECH АИС 200ПНС.

Преимущества: на свое усмотрение вы можете выбрать один из трех режимов сварки – MIG/MAG, TIG и ММА. Вам под силу будет справиться с деталями из любой стали, чугуна, цветных металлов, в том числе алюминия, который трудно поддается сварке. Две детали суммарной толщиной 10 см не станут для вас проблемой.

Аппарат произведен по инверторной технологии, а значит, обладает полезными функциями. Hot Start – в начале работы ненадолго увеличивается

сила тока, что позволяет легко выполнить розжиг дуги. Antistick не дает электроду прилипнуть к детали, а значит, удастся избежать короткого замыкания устройства. Функция Arc Force незаменима в случае, если электрод слишком приблизился к поверхности детали. Тогда повышается сила тока, и электрод легче отвести от поверхности. На передней панели сварочного аппарата располагаются цифровые экраны, на которых отображаются текущие рабочие параметры силы тока и напряжения. Удобно увеличивать или уменьшать значение силы тока. А чтобы пыль и брызги металла не попали на устройства контроля и управления, панель закрыта защитным экраном.

Новым специалистам рекомендуется

Тем, кто начинает осваивать премудрости работы с полуавтоматом, советуем обратить внимание на модель СОРОКИН 12.2. Используя ее, вы получите первичные навыки сварки в среде защитных газов.

Преимущества: подключается к бытовой сети на 220 В и подходит для работы с тонкостенными материалами, например, починить санки для ребенка или даже сделать небольшую детскую карусель. На панели управления производитель предусмотрел регулятор силы тока. С его помощью вы можете выставить такое значение этого параметра, которое оптимально подходит к свариваемым деталям. ПВ составляет 10%, а значит, работать этим оборудованием можно 1 минуту, далее аппарат должен отдыхать 9 минут. Чтобы избежать преждевременной поломки от перегрева из-за длительной работы, в аппарате предусмотрена защитная система. Она автоматически прекращает работу устройства.

Таблица 3.5 - Технические характеристики полуавтомата

Технические характеристики	Калибр СВА-180А/МОНО-М 00000030286
Мощность, кВт	4,8

Максимальный ток, А	180
ПВ на максимальном токе, %	20
Диаметр проволоки/электрода, мм	0,8 – 1,2
Напряжение сети, В	220
Габариты, мм	800x435x600
Вес, кг	47,9

3.7. Шлифовальная машина Makita 9069

Угловая шлифовальная машина Макита 9069 надёжна и идеальна для отрезных, зачистных, шлифовальных работ. Это мощный и не дорогой вариант угловой шлиф машины. В ней сочетается простота, помноженная на надежность. Оснащена лабиринтной системой пылезащиты, возможность изменения положения редуктора в четырех положениях, быстрая замена щеток без разбора самого инструмента.



Рис. 3.8 – Вид Makita 9069

Технические характеристики приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики Makita 9069

Частота холостого хода, об/мин	6600	Вес, кг	4,2
Габаритная длина, мм	458	Сетевой шнур, м	2,5
Мощность, Вт	2000	Шпиндель	M14X2
Диаметр отрезного круга, мм	230	Диаметр чашечной проволочной щетки, мм	110
Диаметр шлифкруга с вдавненной центральной	230	Габариты в упаковке, мм	525x180x190

частью, мм			
------------	--	--	--

3.8. Выбор ультразвукового дефектоскопа

A1214 Эксперт - универсальный ультразвуковой дефектоскоп общего назначения, обеспечивающий проведение типового и специального контроля высокой точности. Сочетание основных современных функций, оптимальной цены и высокой производительности делают дефектоскоп A1214 EXPERT оптимальным прибором для поиска дефектов металла и других промышленных материалов. Данный прибор сделан в России и готов к работе, как в лабораторных условиях, так и на объектах подверженных агрессивным воздействиям окружающей среды, таким как температура, грязь и осадки.



Рис. 3.9 - A1214 Эксперт

Имея современный функционал, дефектоскоп A1214 Эксперт достаточно прост, надежен и не дорог. На современном уровне развития приборов, такое сочетание характеристик, встречается достаточно редко.

Среди дополнительных причин купить ультразвуковой дефектоскоп для контроля сварных соединений А1214, можно выделить - положительные отзывы российских специалистов, возможность обучения, клиентской поддержки и гарантийного обслуживания в течение 18 месяцев. Среди технических особенностей А1214 EXPERT стоит отметить следующие:

Возможность ручного измерения уровня и координат принятых сигналов с помощью экранного курсора

Автоматическое определение уровня сигнала и координат дефекта при работе с АСД (два временных строга)

Программируемая форма и регулируемая частота посылки зондирующих импульсов (до 1000 Гц)

Построение функции ВРЧ по свободному закону (32-х точечная интерполяция)

Встроенные АРД-диаграммы для совмещенных преобразователей с автоматическим расчетом эквивалентной площади дефектов

Возможность использования ДАС-кривых

Полностью цифровой тракт;

Дополнительные режимы: "стоп - кадр" и "электронная временная лупа"

Возможность работы в режиме толщиномера

Совместимость с широким спектром преобразователей различных производителей

Возможность записи комментариев к сохраняемым А-Сканам с помощью Bluetooth гарнитуры

Возможность синхронизации с ПК через USB-порт при помощи специального ПО ADM 4, для документации и архивирования.

Расширенные возможности программного комплекса ADM 4: сохранение и правка рабочих протоколов, возможность настройки и загрузки конфигураций, возможность работы на ПК в режиме онлайн дефектоскопа

Ударопрочный корпус, защита по нормам IP65, оптимален для работы в сложных условиях и труднодоступных местах;

Удобный интерфейс с клавишами быстрого доступа к функциям и настройкам;

Большой цветной дисплей с разрешением 640x480 точек;

Антискользящее прорезиненное покрытие корпуса;

Диапазон рабочих температур от -30 °С до +50 °С,

Время непрерывной работы без подзарядки 8-12 часов, в зависимости от яркости экрана

Вес дефектоскопа А1214 Эксперт с быстросъемным аккумулятором - 1,9 кг.

4. Безопасность и экологичность

4.1. Описание производственного цеха

План участка приведен на рисунке 4.1. На данном плане можно видеть участки производства 1 комплекточный бокс (стальные листы). 2 отрезной бокс, 3 шлифовальный бокс, 4 комплекточная зона, 5 шлифовальный бокс, 6 покрасочный бокс, 7 комплектация готовой продукции.

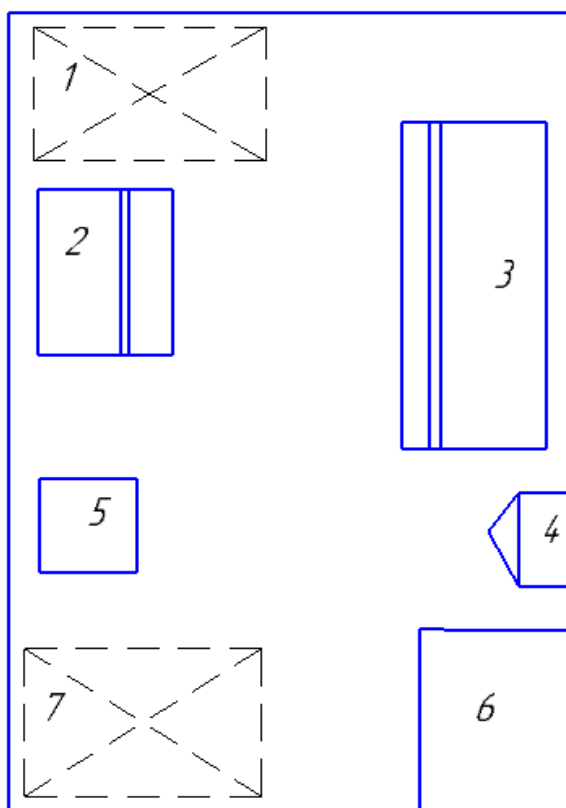


Рис. 4.1 – План участка

4.2. Вредные факторы производства

Вредные факторы производства перечислены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Анализ и идентификация опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор
1	Вредные примеси в воздухе	Смесь CO ₂ и аргона при сварке.
2	Недостаточное освещение	Сборка листов для сварки с требуемым зазором.
3	Повышенный уровень шума	Шлифовальная машина, кромкострогальный станок, гильотина для рубки.
4	Повышенная температура поверхности оборудования, материалов	Механизированная сварка в смеси CO ₂ и аргона.
5	Искры и брызги расплавленного металла	Механизированная сварка в смеси CO ₂ и аргона.
6	Повышенное значение напряжения в электроцепи	Сварочный полуавтомат
7	Контакт с токсическими веществами	Обезжиривание поверхности изделия

4.3. Организационные технические мероприятия по созданию безопасных условий труда и защите от производственных факторов.

На производстве стальных изделий важным счетом является выполнение правил трудовой безопасности, в данном случае при возникновении процесса резки стальных пластин, необходимо учитывать уровень подготовки специалиста, во всяком другом случае будет возникать несчастный случай с неправильным применением эксплуатационных параметров гильотинной машины для резки стальных пластин, а именно получение травм физического фактора.

Чтобы не допускать подобных рисков требуется пройти инструктаж по ТБ и таким образом закрепить за собой обязательство, что в случае

получении травм, работник, получивший травмы по своей неосторожности будет отвечать сам за свои действия, однако со стороны руководства должны быть приняты меры по недопущению подобных случаев.

Есть несколько приемов, при котором со всяким родом оборудования допускать до оборудования сложной конфигурации или оборудования превышающий параметр сжатия на материальную единицу свыше 500 кг:

1. Допускать проверенного специалиста (подтвержденный опытом и знанием использования техники именно той модели на которой будет работать специалист)

2. Допускать к работе одного работника к опасному оборудованию на примере сварочного аппарата превышающий в габаритах стандартные переносные установки запрещено, так как при несчастном случае рядом не окажется человека умеющий спасти жизнь пострадавшего работника.

3. Вести по современным меркам мониторинг за производством работ (камеры, штрафы за нарушение ТБ и другие мероприятия улучшающие качество безопасной работы).

Такие методы помогут решить многие вопросы организации безопасности на рабочем месте.

4.4 Обеспечение электробезопасности на производственном участке

Средства электробезопасности - это специально предназначенные средства, основанные на технических средствах и мероприятиях организационного плана, которые направлены на предотвращение вредного влияния электрического тока и электромагнитного поля, а также статического электричества на работающий персонал.

Обеспечение электробезопасности в производственных условиях связано с устройством самого оборудования, промышленными возможностями, методами защиты и различными мероприятиями организационного плана.

Обеспечить работающий персонал от ненамеренного касания к частям установок, которые находятся под напряжением, можно осуществить благодаря применению следующих действий: безопасное размещение частей установки, защитное ограждение, индивидуальные средства защиты, вспомогательная защищающая оболочка для кабелей и проводов, изоляция самого рабочего места, предупредительная световая и звуковая система сигнализации, знаки безопасности.

Как ещё обеспечить электробезопасность?

Зануление. Оно не допускает замыкания токоведущих частей на корпус самого оборудования. В результате возникает довольно большой ток «КЗ», который вызывает мгновенное срабатывание токовой защиты и отключения всего повреждённого участка электрической цепи.

Изоляция. Она может быть нескольких видов: рабочей, двойной, дополнительной и усиленной.

Заземление. Оно гарантирует надёжную защиту людей от случайного поражения их током во время касания к участкам установки, которые могут оказаться под напряжением в результате нарушения изоляционной оболочки кабеля.

Небольшое напряжение (порядка 12 и 42 Вольт). Его используют для того, чтобы снизить опасность поражения.

Защитное отключение. Это очень быстродействующие устройства, которые гарантируют отключение оборудования в том случае, если его параметры будут превышены (возникновение напряжения на корпусе, снижение сопротивления фазного провода и т.п.).

Электрическое разделение сети. Осуществляется данный метод с применением специально предназначенных трансформаторов. Они гарантируют высокий уровень изоляции кабеля за самим трансформатором. И это независимо от величины активного сопротивления изоляции.

Применение различных устройств блокировки. Именно такое обеспечение электробезопасности не допускает ошибок работающего персонала во время проведения работ на электрических установках. К

примеру, дверь, обеспечивающая доступ в распределительное оборудование более одного кВ, снабжается специальным электрическим замком. Её можно открыть лишь в том случае, если будет выключен выключатель.

Все эти методы гарантируют обеспечение электробезопасности человека при прикосновении к токопроводящим металлическим частям, которые случайно могут оказаться под напряжением из-за аварийных ситуаций.

Применение предупредительных плакатов, находящихся на видном месте, позволяют предупредить человека об опасности. Это могут быть следующие надписи: «Стой, опасно для жизни», «Не включать – работают люди» и другие.

Для того чтобы максимально исключить вероятность допущения ошибки, провода и шины нужно промаркировать. Это может быть выполнено в виде цифр либо букв, а также применения отличительной окраски.

Специальные предохранительные и защитные приспособления позволяют обезопасить весь работающий персонал от поражения электрическим током. Это могут быть очки, диэлектрические перчатки, противогаз, щиты, временное ограждение, токоизмерительные клещи, изолирующие накладки и т.д.

Особенностями защитных средств является способность их на протяжении длительного времени выдерживать рабочее напряжение. Поэтому с их помощью можно прикасаться к токопроводящим частям электрических установок.

4.5. Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятие по экологической безопасности

Абсолютно все сварочные работы негативно влияют на экологию в целом. Развитие медицинских и экологических технологий мало что решили, а лишь добавили проблем в список негативных факторов. Выделение в

процессе сварки вредных веществ и оседание их в почве является проблемой, над которой будут биться ещё долгие годы. Позволить же выйти сварщику на пенсию с запасом здоровья, нам в силах уже сейчас.

Разряды током:

При дуговой сварке, рабочий находится рядом с источником сварочного аэрозоля, который состоит из летучих твёрдосплавных элементов. Концентрация зависит от технологического процесса, марки материалов используемых при сварке, присадок, флюсов и электродов. Это также касается сварочных аппаратов инверторного типа.

Выделение токсичных веществ, происходит благодаря работе сварочной дуги. Именно она, воздействуя на основной и присадочный материал, является причиной их выделения. Появляются они в непосредственной близости от сварочной дуги, а впоследствии начинают поступать в окружающее пространство. Это происходит, даже если используется маленький сварочный аппарат.

Медико-химические советы ручной сварки:

Сварка чугуна подобным способом, подразумевает под собой использования электродов с карбидообразующим покрытием, в состав которого очень часто входит ванадий. С точки зрения физической химии, ванадий считается довольно опасным веществом. Реакция организма на это вещество: раздражение дыхательных путей, кашель и насморк. К глубокому сожалению, это химическое вещество практически незаменимо в электродуговой сварке. Поэтому повсеместно используется, как и при сварке в домашних условиях, так и на производстве.

При соединении подобным способом алюминия, выделяется очень вредный для здоровья алюминиевый порошок, который к тому же является летучим. Металл сам по себе не ядовит, но зарегистрированы случаи лёгочного фиброза при его непосредственном воздействии. Гораздо опаснее считается медь, которая выделяется при сваривании медных деталей или при восстановлении высокохромистых сталей. При сварке в некоторых случаях выделяется большое количество высокотоксичных вредных соединений,

превышая максимально-допустимую концентрацию более чем в 5 раз. В результате чего, начинают своё начало ряд очень опасных болезней.

Нужно также следить за концентрацией водорода, являющейся причиной пористости материала. Использовать для его нейтрализации фтористокарбонатные флюсы нежелательно, с точки зрения современной медицины. В результате реакции образуется плавиковая кислота и разнообразные фториды. И первое, и второе, являются отравляющими организм веществами. Нередко при ручной сварке выделяется марганец, который нередко приводит к поражению лёгких. Случается это в том случае, если концентрация в воздухе его летучих соединений превышает допустимую норму. Содержание в воздухе летучих соединений железа образующихся во время сварки, обычно не влияют на организм. Это миф, который удобен некоторым производителям.

Плазменная металлообработка:

Подобная технология препятствуют выбросы летучих вредных веществ, благодаря почти мгновенному разогреву обрабатываемых поверхностей. Подобный сварочный процесс в особой защите не нуждается.

Концентрация NO в крупных городах редко превышает допустимую норму, поэтому непродолжительное воздействие этого вещества на организм не приводит к плачевным результатам. Так как подобное оборудование используется обычно на крупных производствах, данный факт означает регулярное выделение больших объёмов NO. Отсутствие в таких местах полнофункциональной защиты, очень часто приводит к большой потер человеком своего здоровья. В первую очередь идёт тотальное повреждение центральной нервной системы.

Ну, и самое опасное воздействие на организм вызывает озон. Он вступает в реакцию со всеми живыми клетками, независимо от их назначения. В результате чего, они перестают нормально функционировать или просто отмирают.

Вентиляция:

Каждый знает, что используемое сварочное оборудование необходимо вовремя менять. Поэтому необходимо взамен отработавшего свой срок оборудования, необходимо ввести в действие новое. Предлагается также оборудовать помещение для сварочных работ хорошей вентиляцией с необходимыми фильтрами и ионизаторами. Эти нехитрые условия повысят безопасность рабочих и увеличат срок службы сварочного оборудования.

4.6 Безопасность объекта при чрезвычайных и аварийных ситуациях

1. Производственные и вспомогательные объекты (помещения, сооружения, и т.д.) должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения согласно действующим нормам. Использование первичных средств пожаротушения не по назначению запрещается.

2. Обслуживающий персонал производственных объектов при приеме и сдаче смены должны проверять наличие и исправность противопожарного инвентаря.

3. Работник обязан докладывать своему непосредственному руководству о каждом случае травм, отравления и ожога, полученном лично или другими работниками, а также о загорании, возникшей аварийной ситуации.

4. Работник обязан знать номера телефонов и другие средства экстренной связи, уметь ими пользоваться и немедленно осуществлять вызов: пожарной охраны при возникновении загорания или возможности его возникновения по телефону «01», скорой помощи – при ожогах, травмах, отравлениях – по телефону «03».

5. До прибытия соответствующих служб работники должны срочно принять меры по ликвидации загорания или аварии и оказать помощь пострадавшему,

6. При возникновении аварий следует:

– умело и быстро выполнять обязанности, изложенные в плане ликвидации аварий, сообщить в пожарную охрану;

- прекратить все технологические операции,
- принять меры к удалению людей из опасной зоны;
- принять участие в ликвидации аварии и устранении ее последствий.

Тушение загорания необходимо производить средствами пожаротушения, имеющимися на участке.

5. Экономическая эффективность проекта

Таблица 5.1 – Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Корпус насоса сваривается ручной дуговой сваркой. Недостатки: 31. Высокая трудоемкость	Корпус насоса сваривается механизированной сваркой в смеси углекислого газа и аргона. Достоинства: 1. Повышается производительность труда. 2. Работу может вести сварщик невысокого разряда.

5.1. Исходные данные, необходимые для проведения расчета экономической стоимости

Таблица 5.2 – Исходные данные, необходимые для проведения расчета экономической стоимости

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
1	Цена 1 кг материала изделия Сталь Ст3	40 руб./кг	40 руб./кг
2	Цена 1 кг: - электродов УОНИ 13/55 - сварочной проволоки Св08Г2С - смесь газовая 75% CO₂ и 25% аргон	80 руб./кг - -	- 100 руб./кг 17,5 руб/л
3	Цена сварочного оборудования: - выпрямитель ВДУ-506У - Сварочный сварочный автомат ELITECH АИС 200ПНС	100000 руб. -	- 700000 руб.
4	Часовая тарифная ставка	42,5 руб/час	30 руб/час
5	Коэффициент доплат к основной заработной плате	1,24	1,24
6	Коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату	1,2	1,2
7	Коэффициент отчислений на социальные нужды	0,262	0,262
8	Норма амортизационных отчислений на оборудование	20%	20%

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
9	Коэффициент полезного действия	0,8	0,85
10	Стоимость электроэнергии	4,5 руб/кВт	4,5 руб/кВт
11	Нормативный коэффициент экономической эффективности дополнительных кап. Вложений	0,33	0,33
12	Коэффициент цеховых расходов	2,15	2,15
13	Коэффициент заводских расходов	1,9	1,9
14	Коэффициент внепроизводственных расходов	0,05	0,05
15	Норма амортизационных отчислений на площадь	3%	3%

5.2. Определение типа производства продукции, рассматриваемой в бакалаврской проекте

Таблица 5.3 – Характеристика заданной программы годового выпуска продукции для определения типа производства

Тип производства	Масса
	От 200 до 30000 кг
Мелкосерийное	5-100 шт

N = 20 шт в год

5.3. Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_o + t_v + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п}$$

где $t_{n-з}$ – подготовительно-заключительное время, учитывается только в мелкосерийном и единичном производствах; $t_{n-з} = 0,05\%$ от t_o , в остальных типах производства величиной $t_{n-з}$ пренебрегают;

$t_O = t_M$ – основное (машинное) время. Для процесса сварки – это время работы сварочного оборудования (время горения дуги), рассчитывается по формулам 2, 3, 4 и 5;

t_{θ} – вспомогательное время $t_{\theta} = 5\text{--}25\%$ от t_O , в зависимости от особенностей технологического процесса;

$t_{отл}$ – время на отдых и личные надобности $t_{отл} = 5\%$ от t_O ;

$t_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места $t_{обсл} = 8\%$ от t_O ;

$t_{н.п}$ – время неустраняемых перерывов, предусмотренных технологическим процессом, определяется по картам технологического процесса.

Базовый:

$$t_O = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}}$$

$$t_O = 112 \text{ ч}$$

$$t_{n-з} = 0,56 \text{ ч}$$

$$t_{\theta} = 5,6 \text{ ч}$$

$$t_{отл} = 5,6 \text{ ч}$$

$$t_{обсл} = 8,96 \text{ ч}$$

$$t_{шт} = 112 + 0,56 + 5,6 + 5,6 + 8,96 = 132,72 \text{ ч}$$

Проектный:

$$t_O = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}}$$

$$t_O = 52 \text{ ч}$$

$$t_{n-з} = 0,26 \text{ ч}$$

$$t_{\theta} = 2,6 \text{ ч}$$

$$t_{отл} = 2,6 \text{ ч}$$

$$t_{обсл} = 4,16 \text{ ч}$$

$$t_{шт} = 52 + 0,26 + 2,6 + 2,6 + 4,16 = 61,62 \text{ ч}$$

Таблица 5.4 – Трудоемкость технологического процесса

Операции	Базовый, час					
	$t_{n-з}$	t_O	t_{θ}	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{шт}$
Сварочная	0,56	112	5,6	5,6	8,96	132,72
Контрольная	0,12	24	1,2	1,2	1,92	28,44

Таблица 5.5 – Трудоемкость технологического процесса

Операции	Базовый, час					
	$t_{n-з}$	t_o	t_e	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{шт}$
Сварочная	0,26	52	2,6	2,6	4,16	61,62
Контрольная	0,02	4	0,2	0,2	0,32	4,74

5.4. Затраты на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{осн} + ЗМ_{всп}$$

где $ЗМ_{осн}$ – затраты на основной материал, $ЗМ_{всп}$ – затраты на вспомогательные материалы.

Затраты на основной материал не рассчитываем, т. к. вес конструкции в базовом и проектном варианте одинаков и составляет 1475 кг.

Базовый:

Вспомогательные материалы для ручной дуговой сварки рассчитываются из затрат на электроды:

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{эл.(пр)}$$

где $ЗМ_{эл.(пр)}$ – затраты на электроды для сварки, руб.

$$ЗМ_{св} = 23500 \text{ руб.}$$

Затраты на электроды рассчитываем по формуле:

$$ЗМ_{эл.(пр)} = H_{эл.(пр)} \cdot Ц_{эл.(пр)}$$

$$ЗМ_{эл.(пр)} = 293,76 \times 80 = 23500 \text{ руб.}$$

где: $H_{эл.(np)}$ – норма расхода электродов, кг; $C_{эл.(np)}$ – цена электродов, руб. за 1кг.

Норма расхода электродов определяется по формуле:

$$H_{эл.(np)} = Y \cdot L_{ш(в)}$$

$$H_{эл.(np)} = 16,32 \times 18 = 293,76 \text{ кг}$$

где Y – удельная норма расхода сварочных материалов по длине шва (кг/м);

$L_{ш(в)}$ – длина сварного шва на изделии, м.

$$Y = k_p \cdot M_{напл.мет}$$

$$Y = 1,7 \times 9,6 = 16,32$$

где k_p – коэффициент расхода сварочных материалов, учитывающий потери электродного металла при сварке и наплавке;

$M_{напл.мет}$ – расчетная масса наплавленного металла, кг/м.

При сварке наплавленного металла рассчитывают по формуле:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_H \cdot 10^{-3}$$

$$M_{напл.мет} = 7,8 \times 1230 \times 0,001 = 9,6 \text{ кг/м}$$

где ρ – плотность наплавленного металла, г/см³ (для низкоуглеродистых сталей $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$); F_H – площадь поперечного сечения шва (наплавляемого валика), мм².

Для многопроходных швов:

$$F_H = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$$

$$F_H = (7 \times 4) + (10 \times 4) = 68 \text{ мм}^2$$

Учитывая размеры шва и общее количество проходов:

$$F_H = 1230 \text{ мм}^2$$

Проектный:

Вспомогательные материалы при механизированной сварке в смеси CO₂ и аргона рассчитываются из затрат на сварочную проволоку и газ.

$$3M_{св} = 3M_{св.пров} + 3_{з.г}$$

где $3M_{св.пров}$ – затраты на сварочную проволоку, руб.; $3_{з.г}$ – затраты на защитный газ, руб.

$$3M_{св} = 9900 + 8719 = 18619 \text{ руб.}$$

Затраты на сварочную проволоку рассчитываем по формуле:

$$3M_{эл.(пр)} = H_{эл.(пр)} \cdot Ц_{эл.(пр)}$$

$$3M_{эл.(пр)} = 99 \times 100 = 9900 \text{ руб}$$

где: $H_{эл.(пр)}$ – норма расхода, проволоки на одно изделие, кг;

$Ц_{эл.(пр)}$ – цена проволоки, руб. за 1 кг.

Норма расхода сварочной проволоки определяется по формуле:

$$H_{эл.(np)} = Y \cdot L_{ш(с)}$$

$$H_{эл.(np)} = 5,5 \times 18 = 99 \text{ кг}$$

где Y – удельная норма расхода сварочных материалов по длине шва (кг/м);

$L_{ш(с)}$ – длина сварного шва на изделии, м.

$$Y = k_p \cdot M_{напл.мет}$$

$$Y = 1,15 \times 4,77 = 5,5 \text{ кг/м}$$

где k_p – коэффициент расхода сварочных материалов, учитывающий потери электродного металла при сварке и наплавке;

$M_{напл.мет}$ – расчетная масса наплавленного металла, кг/м.

При сварке наплавленного металла рассчитывают по формуле:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_H \cdot 10^{-3}$$

$$M_{напл.мет} = 7,8 \times 612 \times 0,001 = 4,77 \text{ кг/м}$$

где ρ – плотность наплавленного металла, г/см³ (для низкоуглеродистых сталей $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$); F_H – площадь поперечного сечения шва (наплавляемого валика), мм².

Для многопроходных швов:

$$F_H = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$$

$$F_H = (7 \times 2) + (10 \times 2) = 34 \text{ мм}^2$$

Учитывая размеры шва и общее количество проходов:

$$F_H = 612 \text{ мм}^2$$

$$Z_{3.2} = H_{3.2} \cdot C_{3.2}$$

$$Z_{3.2} = 498,24 \times 17,5 = 8719 \text{ руб}$$

где $H_{3.2}$ – норма расхода защитного газа на 1 погонный метр сварного шва, литр/мин; $C_{3.2}$ – цена защитного газа, руб./литр.

Норму расхода защитных газов рассчитывают по формуле:

$$H_{3.2} = Y_{3.2} \cdot L_{ш(в)}$$

$$H_{3.2} = 2768 \times 18 = 498,24$$

где $Y_{3.2}$ – удельная норма расхода защитного газа на 1 погонный метр шва;

Удельную норму расхода защитного газа на 1 погонный метр сварного или наплавляемого шва можно определить по формуле:

$$Y_{3.2} = q_{3.2} \cdot t_{01}$$

$$Y_{3.2} = 16 \times 173 = 2768 \text{ л}$$

где $q_{3.2}$ – норма расхода защитного газа при сварке в зависимости от вида сварки, литр/мин, (см. таблицу 5);

t_{o1} – основное (машинное) время сварки 1 погонного метра шва, (мин).

$$t_{o1} = \frac{t_o}{L_{ш(в)}}$$

$$t_{o1} = 3120/18 = 173 \text{ мин}$$

где t_o – основное время сварки

5.5. Затраты на электрическую энергию

Базовый	Проектный
ВДУ-506У	сварочный автомат ELITECH АИС 200ПНС
Напряжение на дуге: 27 В	Напряжение на дуге: 30 В
Сила сварочного тока: 160 А	Сила сварочного тока: 360 А

Как для базового, так и для проектного способа сварки применяется различное оборудование, то затраты на электроэнергию рассчитывают исходя из полезной мощности оборудования:

$$З_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_o}{\eta \cdot 60} \cdot Ц_{э-э}$$

где $P_{об} = I_{св} \times U_{д}$ – полезная мощность оборудования кВт;

t_o – основное (машинное) время работы сварочного оборудования;

η – коэффициент полезного действия оборудования;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А; $U_{д}$ – напряжение на дуге, В.

Базовый

Проектный

$$З_{э-э} = \frac{27 \cdot 160 \cdot 112}{0,8 \cdot 60} \cdot 4,5 = 453,6 \text{ руб.}$$

$$З_{э-э} = \frac{30 \cdot 360 \cdot 52}{0,85 \cdot 60} \cdot 4,5 = 495,5 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

$$З_{об} = A_{об} + P_{т.р}$$

где $A_{об}$ – амортизационные отчисления на оборудование, руб.;

$P_{т.р}$ – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * Ha_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100}$$

где: $Ц_{об}$ – цена используемого сварочного оборудования, руб.;

$Ha_{об}$ – норма амортизационных отчислений на оборудование, %

Фонд времени работы сварочного оборудования может быть рассчитан по формуле:

$$\Phi_p = (D_k - D_{вых.} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п.}) = (250 \cdot 8 - 8 \cdot 7) \cdot 2 \cdot (1 - 0.06) = 3654.7$$

где: D_k – количество календарных дней в году;

$D_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$D_{пр.}$ – количество праздничных дней в году;

$T_{\text{см.}}$ – продолжительность рабочей смены, час;

S – количество рабочих смен;

$k_{\text{р.п.}}$ – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

Базовый:

$$A_{\text{об.}} = \frac{100000 * 20 * 132,72 * 60}{3654,7 * 60 * 100} = 72,6 \text{ руб}$$

Проектный:

$$A_{\text{об.}} = \frac{700000 * 20 * 61,62 * 60}{3654,7 * 60 * 100} = 236 \text{ руб}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{Ц_{\text{об}} * H_{\text{т.р}} * k_3}{\Phi_{\text{эф}} * 100}$$

где $H_{\text{т.р}}$ – норма отчислений на текущий ремонт оборудования, $\approx 35\%$;

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр.}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_p * 60}$$

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$k_3 = \frac{n_{\text{об.расчетн}}}{n_{\text{об.принят.}}}$$

где $N_{\text{пр}}$ - годовая производственная программа выпуска изделий, шт
(20).

Базовый	Проектный
$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{20 \cdot 132,72 \cdot 60}{3654,7 \cdot 60} = 0,73$	$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{20 \cdot 61,62 \cdot 60}{3654,7 \cdot 60} = 0,34$
$k_z = \frac{0,73}{1} = 1$	$k_z = \frac{0,34}{1} = 1$
$P_{\text{т.р}} = \frac{100000 \cdot 35 \cdot 0,73}{3654,7 \cdot 100} = 7 \text{ руб}$	$P_{\text{т.р}} = \frac{700000 \cdot 35 \cdot 0,34}{3654,7 \cdot 100} = 22,7 \text{ руб}$
$З_{\text{об}} = 72,6 + 7 = 79,6 \text{ руб}$	$З_{\text{об}} = 236 + 22,7 = 258,7 \text{ руб}$

5.7. Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$З_{\text{плоч}} = \frac{Ц_{\text{плоч}} * S_{\text{плоч}} * Ha_{\text{плоч}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 100 * 60}$$

где: $Ц_{\text{плоч}}$ – цена 1 м² производственной площади, руб.;

$Ha_{\text{плоч}}$ – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{\text{плоч}}$ – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м²;

Базовый	Проектный
$З_{\text{плоч}} = \frac{25 \cdot 4500 \cdot 2 \cdot 132,72}{3654,7 \cdot 100 \cdot 60} = 1,36 \text{ руб}$	$З_{\text{плоч}} = \frac{25 \cdot 4500 \cdot 2 \cdot 61,62}{3654,7 \cdot 100 \cdot 60} = 0,63$

5.8. Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды

Фонд заработной платы (ФЗП) производственных рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы.

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп}$$

Основная заработная плата основных производственных рабочих определяется по формуле:

$$ЗПЛ_{осн} = C_{\text{ч}} * t_{\text{шт}} * k_{\text{зпл}}$$

где: $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка, руб./час;

$k_{\text{зпл}}$ – коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$k_{\text{зпл}} = k_{\text{нр}} * k_{\text{вн}} * k_{\text{у}} * k_{\text{нф}} * k_{\text{н}}$$

где $k_{\text{нр}} = 1,25$ – коэффициент премирования;

$k_{\text{вн}} = 1,1$ – коэффициент выполнения норм;

$k_{\text{у}} = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{\text{нф}} = 1,067$ – коэффициент доплат за профессиональное

мастерство;

$k_{\text{н}} = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные

смены

Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих определяется по формуле:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн}$$

где k_{∂} – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой, %.

$$k_{зпл} = 1,25 \times 1,1 \times 1,1 \times 1,067 \times 1,133 = 1,83$$

Базовый	Проектный
$ЗПЛ_{осн} = 42,5 \times 132,72 \times 1,83 = 10322 \text{ руб}$	$ЗПЛ_{осн} = 30 \times 61,62 \times 1,83 = 3383 \text{ руб}$
$ЗПЛ_{доп} = \frac{10}{100} \cdot 10322 = 1032 \text{ руб}$	$ЗПЛ_{доп} = \frac{10}{100} \cdot 3383 = 338 \text{ руб}$
$\Phi ЗП = 10322 + 1032 = 11354 \text{ руб}$	$\Phi ЗП = 3383 + 338 = 3721 \text{ руб}$

Отчисления на социальные нужды рассчитываются по формуле:

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot \Phi ЗП}{100}$$

где $H_{соц}$ – норма отчислений на социальные нужды = 30%.

Базовый	Проектный
$O_{с.н.} = \frac{30 \cdot 11354}{100} = 3406 \text{ руб}$	$O_{с.н.} = \frac{30 \cdot 3721}{100} = 1116 \text{ руб}$

5.9. Технологическая себестоимость изделия

Рассчитывается по формуле:

$$C_{тех} = ЗМ + З_{э-э} + З_{об} + З_{плоч} + \Phi ЗП + O_{с.н.}$$

Базовый:

$$C_{tex} = 23500 + 453,6 + 79,6 + 1,36 + 11354 + 3406 = 38795 \text{ руб}$$

Проектный:

$$C_{tex} = 18619 + 495,5 + 258,7 + 0,63 + 3721 + 1116 = 24210 \text{ руб}$$

5.10 Цеховая себестоимость изделия

$$C_{цех} = C_{tex} + P_{цех}$$

где $P_{цех}$ – цеховые (общепроизводственные) расходы, руб.

$$P_{цех} = k_{цех} \cdot 3ПЛ_{осн.}$$

где $k_{цех.}$ – коэффициент цеховых (общепроизводственных) расходов
=2,5.

Базовый	Проектный
$P_{цех} = 2,5 \times 10322 = 25805 \text{ руб}$	$P_{цех} = 2,5 \times 3383 = 8458 \text{ руб}$
$C_{цех} = 38795 + 25805 = 64600 \text{ руб}$	$C_{цех} = 24210 + 8458 = 32668$
руб	

5.11. Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости изготовления изделия

$$Пр_{ож.} = Э_{у.г.} = \left(C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр}$$

$$Pr_{ож.} = Э_{y.z.} = (87339 + 40695) \times 20 = 2560680$$

5.12. Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{проект}}{Pr_{ож}}$$

$$T_{ок} = \frac{910135}{2560680} \sim 0,5 \text{ лет}$$

Заключение

В данной бакалаврской работе мною была предложена разработка модернизированного корпуса насоса в плане механизации производства, таким образом производства данного изделия дало возможность автоматизировать весь процесс сборки с минимальным вмешательством ручного труда в производстве а именно в сварке.

Экономический эффект от данных нововведений привнес не только рентабельность данного производства корпуса насоса, но так же ускоренный темп получения прибыли в связи с автоматизации процесса сварки.

Список используемых источников

1. Прогрессивные методы хонингования /С.И. Куликов и др. М.: Машиностроение, 1983.
2. Лахоти Ж., Алтан Т. Анализ процесса радиальнойковки, применяемого для изготовления стержней и труб /Сб.: Конструирование и технология машиностроения. -М.: Мир, 1976. С. 218-226.
3. Артоболевский С.И. Теория механизмов и машин.- М.: Высшая школа, 1968. 366 с.
4. Аркулис Г.Э. Совместная пластическая деформация разных металлов.-М.: Металлургия, 1964. 271 с.
5. Унков Е.П., Степанский Л.Г. К расчету процесса прессования биметаллических труб. / Кузнечно-штамповочное производство. 1962. № 3. С.3-8.
6. Степанский Л.Г. Расчеты процессов обработки металлов давлением.-М.: Машиностроение, 1979. 213 с.
7. Биметаллические трубы / Чепурко М.И., Остренко В.Я., Резников Е.А. и др. -М.: Металлургия, 1974. 224 с.
8. Смирнов В.С. Теория обработки металлов давлением.- М.: Металлургия, 1973. 496 с.
9. Попов Е.А. Основы теории листовой штамповки.- М.: Машиностроение, 1977. 278 с.
10. Остаточные напряжения: теория и приложения / Поздеев А.А., Няшин Ю.И., Трусов П.В.- М.: Наука, 1982. 111 с.
11. Макклиток Ф., Артон А. Деформация и разрушение материалов.- М.: Мир, 1970. 443 с.
12. Соколов И.А., Уральский В.И. Остаточные напряжения и качество металлопродукции. -М.: Металлургия, 1981. 96 с.
13. Давиденков Н.Н. Об остаточных напряжениях / Заводская лаборатория. 1935. ТА. № 6. С. 688-698.

14. Ильюшин А.А. Пластичность. Упруго пластические деформации.-М.-Л: Гостехиздат, 1948. 376 с.
15. Качанов Л.М. Основы теории пластичности.- М.: Наука, 1969. 420 с.
16. Томленов А.Д. Теория пластического деформирования металлов.- М.: Металлургия, 1972. 408 с.
17. Расчеты на прочность в машиностроении / Пономарев С.Д., Бидерман В. Л, Лихарев К.К. и др. Под ред. С.Д. Пономарева. -М.: Машгиз. Том II. 1958. 974 с.
18. Биргер И.А. Остаточные напряжения.- М: Машгиз, 1963. 232 с.
19. Перлин И.Л. Теория прессования металлов. -М.: Металлургия, 1964.344 с.
20. Губкин С.И. Пластическая деформация металлов. Т.1.- М.: Метал-лургиздат, 1960. 376 с.
21. <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/13>
22. Carpenter Stainless Steel "Blue Book": Fabrication.
23. Edson Vasques Moreira, José Maurício Barbosa Rabello, Marcelo dos Santos Pereira, Ricardo Tadeu Lopes, Uwe Zscherpel. Digital Radiography Using Digital Detector Arrays Fulfills Critical Applications for Offshore Pipelines.
24. Saif Ghazy Faisal Ibrahim; Hussam K. Abdul Ameer; Nabeel K. Abid Al-Sahib / AL Khwarizmi college of engineering / Department Mechatronics Engineering Department.
25. <http://www.apospublications.com/article.asp?issn=2321->
26. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352854014000163>